

CCB

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

25X1

COUNTRY	USSR	REPORT	
SUBJECT	1958 Issues of Soviet Publication, <u>Aviatsionnaya Promyshlennost</u>	DATE DISTR.	29 August 1958
		NO. PAGES	1
		REFERENCES	RD

DATE OF
INFO.
PLACE &
DATE ACQ.

PROCESSING COPY

25X1

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

25X1

Five issues for January through May 1958 of the Soviet aviation industry journal. Aviatsionnaya Promyshlennost

25X1

The journal, published monthly by OBORONGIZ, is the organ of the State Committee for Aviation Technology of the USSR Council of Ministers.

25X1

25X1

S-E-C-R-E-T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI	X	AEC				
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)														

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

25X1

MD

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT Issue of Aviatsionnaya Promyshlennost

DATE DISTR. 27 February 1959

NO. PAGES 1

REFERENCES RD

DATE OF
INFO.

25X1

PLACE &
DATE ACQ.

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

C-O-R-R-E-C-T-I-O-N

25X1

An information report with the above heading and transmitting the June 1958 issue of Aviatsionnaya Promyshlennost was issued on 4 September 1958. The last sentence of that report should be corrected to read: "When separated from this report, the issue of the journal is classified OFFICIAL USE ONLY."

S-E-C-R-E-T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC						
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)																

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

Q- 25X1

COUNTRY USSR

REPORT

SUBJECT 1958 Issues of Soviet Publication,
Aviatsionnaya Promyshlennost

DATE DISTR. 29 August 1958

NO. PAGES 1

REFERENCES RD

DATE OF
INFO.

25X1

PLACE &
DATE ACQ.

25X1

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

Five issues for January through May 1958 of the Soviet aviation industry journal. Aviatsionnaya Promyshlennost

25X1

The journal, published monthly by OBORONGIZ, is the organ of the State Committee for Aviation Technology of the USSR Council of Ministers.

25X1

S-E-C-R-E-T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC					
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)															

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

25X1

Page Denied

Next 2 Page(s) In Document Denied

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ОБОРОНГИЗ

МОСКВА 1958

1

Экз. № 1631

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ГОД ИЗДАНИЯ

26

1

Январь

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА 1958

В этом номере журнала

В разделе „Конструирование и расчеты“

Особенности проектирования головной части фюзеляжа легкого самолета. *Н. И. Андрианов* (стр. 3).

Повышение скоростей полета легких самолетов приводит к возникновению высоких температур на их обшивках вследствие аэродинамического нагрева. Это заставляет изыскивать новые конструкционные материалы, которые обладают высоким температурным барьером, и осложняет проектирование фюзеляжа самолета. В статье рассматриваются основные конструктивные и технологические вопросы, возникающие в связи с этим при проектировании фюзеляжа.

О панелях из стекловолоконных материалов для теплоизоляции рабочих отсеков самолета. *А. М. Крутиков* (стр. 7).

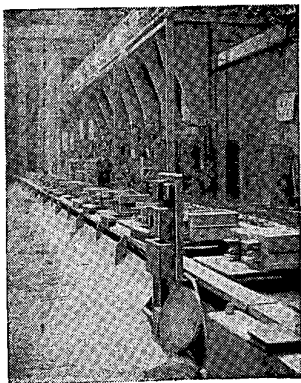
В статье приводится краткая характеристика стекловолоконных теплоизоляционных материалов АСИМ, АТИМС, АТИМСС, АТИМССК и описано их применение для панелей.

В разделе „Технология“

Механизация сборочной оснастки. *В. С. Гамбаров* (стр. 27).

Быстродействующие устройства для сборочных приспособлений, механизмирующие фиксацию и закрепление деталей, подъем рубильников и т. п., значительно ускоряют сборку. В статье описаны гидравлические устройства для сборочной оснастки, разработанные заводом в условиях запуска очередного изделия. Это способствовало сокращению сроков его внедрения. Опыт применения гидравлических устройств показал, что они более эффективны, чем пневматические.

Механизация работ в литейном производстве. *А. А. Белянский* (стр. 31).



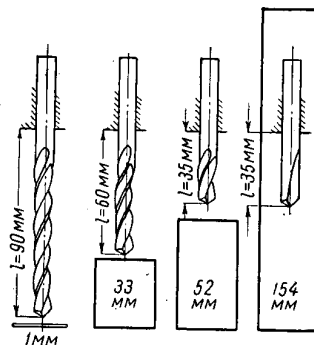
На заводе в связи с новым производственным заданием было необходимо получить с имеющейся производственной площади литейного цеха и с наличного оборудования значительно большее количество чугунных отливок. Вопрос был разрешен сооружением в литейном цехе тележечного конвейера вертикально-замкнутого типа, применение которого обеспечило повышение производительности труда в два раза при полной механизации приготовления формовочной земли, операций заливки и выбивки форм.

(Полное содержание см. в конце номера)

Скоростное резание на токарно-револьверных автоматах. *А. П. Морозов* (стр. 33).

В статье описаны результаты исследования и опыт применения на токарно-револьверных автоматах резцов с пластинами из твердых сплавов, что позволило работать на верхних ступенях диапазона скоростей, которые обычно на автоматах не используются. В результате внедрения указанных резцов значительно повышена производительность автоматов и снижена трудоемкость обработки на них деталей.

Влияние жесткости системы станок — деталь — инструмент на стойкость инструмента при обработке жаропрочных сплавов резанием. *К. Ф. Романов и С. А. Голубев* (стр. 51).



Жаропрочные сплавы на никелевой основе характеризуются очень низкой обрабатываемостью резанием. Инструмент из быстрорежущей стали имеет при их обработке низкую стойкость. Проведенные авторами исследования показали, что одним из наиболее важных факторов, определяющих стойкость инструмента при резании жаропрочных сплавов, является жесткость системы станок—деталь—инструмент. За счет увеличения жесткости станка эту стойкость можно повысить более чем в четыре раза.

В разделе „Материалы“

О прочности клеевого соединения дуралюминовых деталей. *И. И. Михалев* (стр. 61).

В статье описаны результаты проведенных ВИАМ исследований по повышению прочности клеевых соединений дуралюминовых деталей. Исследованиями установлено, что в связи со значительным снижением прочности соединений с утолщенной клеевой прослойкой необходимо более тщательно готовить склеиваемые поверхности и предусматривать их защиту от давления.

В разделе „Зарубежная техника“

Развитие авиационной промышленности США (стр. 97).

В реферате на эту тему публикуются наиболее интересные данные из выпущенного в США справочно-статистического сборника об американской авиационной промышленности, которые позволяют проследить основные направления ее развития: о выпуске самолетов в США с 1912 по 1955 гг., о весе авиационной продукции, о среднем весе самолетов, о величине производственных площадей, о числе рабочих, о затратах на научно-исследовательские работы и о перестройке авиационной промышленности на производство управляемых снарядов.

КОНСТРУИРОВАНИЕ и РАСЧЕТЫ

Особенности проектирования головной части фюзеляжа легкого самолета

Н. И. АНДРИАНОВ

Некоторые конструктивные и технологические задачи, возникающие в связи с дальнейшим повышением скоростей полета

Современные легкие самолеты летают на больших высотах и со скоростями, значительно превышающими скорость звука. Высотность полетов связана с необходимостью обеспечивать герметичность основных отсеков и предельно снижать вес конструкции. Вес изделия должен быть равен или меньше статической тяги двигателя. Повышение скоростей приводит к возникновению высоких температур на обшивках самолета вследствие аэродинамического нагрева и торможения, что заставляет изыскивать новые конструкционные материалы, которые обладают высоким температурным барьером, т. е. способны сохранять необходимую прочность при повышенных температурах. Наряду с этим увеличение выпуска легких машин должно сопровождаться снижением их стоимости и трудоемкости.

В этих условиях проектирование фюзеляжа такого самолета значительно усложняется и требует совместной исследовательской работы конструкторов, металлургов, материаловедов и технологов.

Важным вопросом для конструкторов легких самолетов является выбор материала. В настоящее время основным материалом для подобных машин по-прежнему являются алюминиевые сплавы. Несмотря на высокие рабочие температуры применяют сплавы Д16, Д20, АК4-1. Дело в том, что время воздействия высоких температур непродолжительно и за каждый полет составляет 5—10 мин., а суммарно за все время эксплуатации машины — 20—40 час. В этих условиях длительная прочность (за это суммарное время) алюминиевых сплавов еще вполне достаточна. При дальнейшем увеличении скоростей полета и, следовательно, повышении рабочих температур придется применять специальное охлаждение для обшивки из алюминиевых сплавов, либо другие материалы, например титан и сталь. Во всех случаях большой интерес представляют различные слоеные конст-

рукции, обладающие необходимыми свойствами при наименьшем весе.

Компоновка фюзеляжа также имеет свои особенности. Прежде всего следует отметить, что на фюзеляж приходится, как правило, основной вес самолета. Здесь сосредоточены экипаж, электро- и радиолокационное оборудование, горючее, двигатель; большую долю объема занимают воздухозаборники двигателя.

В зависимости от размещения грузов фюзеляж обычно разделяется на следующие основные отсеки: передний герметический отсек (перед кабиной), герметическая кабина, задний герметический отсек (сзади кабины), силовой отсек для крепления крыла и размещения топливных баков, отсек двигателя. Перечисленные отсеки соединяются между собой технологически и представляют вместе головную часть фюзеляжа, которая стыкуется с отдельным агрегатом — хвостовой (шестой) частью фюзеляжа. Каждый из перечисленных отсеков работает в различных условиях и, следовательно, характеризуется конструктивными и технологическими особенностями.

Фюзеляж обычно является телом вращения (с круглыми поперечными сечениями). По длине три передних отсека имеют криволинейные обводы (обшивка выпуклая); от конца третьего отсека до разъема головной и хвостовой части форма фюзеляжа — цилиндрическая; хвостовая часть также образуется криволинейными обводами.

Под удельным весом фюзеляжа обычно понимается вес, приходящийся на 1 м^2 боковой поверхности с учетом всех силовых элементов; по статистическим данным эта величина обычно составляет 17—22 кг/м².

Оптимальные криволинейные обводы фюзеляжа строятся по законам аэродинамики больших скоростей, как для тела минимального сопротивления, с

учетом так называемого правила площадей. Однако в статье освещаются не аэродинамические вопросы, а только конструктивные и технологические.

Фюзеляж современного типа проектируют исключительно по монококовой схеме с работающей обшивкой. В зависимости от толщины последней выбирают расстояние между поперечными рамами фюзеляжа, лонжеронами и стрингерами продольного набора.

Рассмотрим особенности проектирования каждого из отсеков только головной части фюзеляжа.

Передний герметический отсек. Передняя часть его является входной частью канала двигателя и оформляется в виде цилиндрического заборника с центральным конусом, перемещая который, регулируют площадь входа. Конус делают из радиопрозрачного материала, так как внутри него обычно размещают антенну радиолокатора. Рабочая температура этих частей выше 200°C , рабочее давление $2,5 \text{ кг/см}^2$ во входной части и перепад давления в конусе 2 кг/см^2 . Стенки заборника обычно имеют толщину 8—15 мм. Заборник одного из изделий выполнялся из толстых листов сплава Д20 гибкой и сваркой встык, а затем в согнутом виде подвергался химическому фрезерованию до толщины 1,5 мм с оставлением кольцевых ребер жесткости, к которым посредством сквозной клепки приклепывалась наружная дуралюминовая обшивка. В результате получилась слоеная конструкция из двух обшивок с силовым набором. Этот способ позволяет добиться необходимой точности обводов входной части заборника, сохранить достаточную прочность и значительно уменьшить вес.

Были попытки делать слоеную конструкцию из двух листов дуралюмина с самовспенивающимся (при технологическом нагреве) наполнителем из пенопласта. Технология изготовления конструкции этого типа разработана, но ввиду того, что пенопласт не выдерживает необходимой температуры и при неравномерном нагреве легко отслаивается от обшивок, она является неудовлетворительной. Нужно получить самовспенивающийся пенопласт, работающий при температуре выше 200°C , и вводить армировку для лучшей связи с листами. Кроме того, необходимо разработать методы контроля и ремонта.

Центральный конус изготавливают, как правило, трехслойным, из двух листов термостойкого стекло-текстолита ВФТ с сотовым наполнителем из этого же материала. Подобные коки склеивают с использованием металлических формблоков наружного контура и термообработки в печи с применением вакуумного прижима, но сам процесс склейки ведут вручную, что не обеспечивает достаточной точности.

Следует работать над механизацией этого процесса, повышением точности и герметичности, а также над усовершенствованием методов ремонта.

С дальнейшим повышением температуры придется перейти на керамические конусы, изготавливаемые, например, из фарфора. Это следует учитывать уже сегодня.

Перед кабиной в раздвоенной части воздушного канала, ограниченной верхней и нижней наружными обшивками, а также внутри центрального конуса располагают герметический отсек, в котором устанавливают электро- и радиолокационное оборудование. Внутри отсека путем кондиционирования воздуха или другими способами поддерживается температура 100°C ; перепад давления со стороны канала равен $2,0 \text{ кг/см}^2$ при температуре выше 200°C . Со стороны внешней обшивки температура составляет около 200°C , а перепад давления приблизительно $0,5 \text{ кг/см}^2$.

Для того, чтобы оборудование безотказно работало на большой высоте, отсек должен быть герметичным; следовательно, нужно применять термостойкий герметик. Рекомендованный ВИАМ для внутришовой и наружной герметизации герметик ТГ-18 не обладает достаточной адгезией к металлу. По существу, удовлетворительный герметик для высоких температур еще не создан. В связи с этим возникает вопрос о применении сварных конструкций, например из материала Д20.

В переднем отсеке сверху обычно делают эксплуатационный люк. Он герметизирован по контуру надувным резиновым шлангом, причем резина должна работать при температуре около 200°C .

Люк обычно выполняют из листового дуралюмина Д16 и подкрепляют деталями, штампованными также из листа и приваренными точечной электросваркой. Подобные эксплуатационные люки должны быть снабжены легкоразъемными силовыми и герметичными замками. На одном из заводов разработан замок УД-02-3, который выдерживает на срез 3600 кг, на отрыв 1300 кг. Кроме того, он прост и дешевле в изготовлении. В настоящее время на замок вводится нормаль.

Боковые панели отсека, образованные стенками канала, обычно делают из листового дуралюмина Д16 толщиной 1,5—1,8 мм; панели подкрепляют набором дуралюминовых рам с шагом примерно 150 мм. Однако такие конструкции трудоемки и громоздки. Значительно удобнее слоеные конструкции без рам с внутренней теплоизоляцией. Желательно продолжать их разработку.

С целью снижения температуры внутри отсека до 100°C следует не только подводить кондиционированный воздух, но и позаботиться о теплоизоляции отсека. Для этого употребляют теплоизолирующие материалы типа АТИМ и АСИМ разных марок, однако они слишком рыхлы и закрепляются с трудом, особенно на рамах. Следует разработать новые теплоизолирующие материалы, которые можно было бы наносить, допустим, пульверизатором или кистью, или же крошки их закреплять на клею и т. д. Рабочая температура теплоизолятора 250° .

Герметическая кабина. Это наиболее ответственный в отношении герметизации отсек фюзеляжа. Он начинается и заканчивается глухими герметическими рамами. По обеим сторонам его расположены воздушные каналы двигателя. Верхняя часть, так называемая подфонарная панель, представляет

собой раму, изготовленную по контуру выреза для фонаря и герметизированную по линии сопряжения с фонарем. На герметическом полу кабины крепится центральный узел управления.

Требования в отношении герметизации и теплоизоляции для кабины аналогичны условиям, которым должен удовлетворять передний отсек, но, поскольку в кабине находится пилот, они повышены.

Внутри кабины температура доходит до 30°C (что достигается специальной системой кондиционирования воздуха от компрессора двигателя), на наружной обшивке и полу — около 200° , на боковинах — выше 200° . Максимальный перепад давления на боковых стенках $2\text{--}2,2\text{ кг/см}^2$, на передней и задней стенках до $0,5\text{ кг/см}^2$. Подфонарную панель и пол целесообразно выполнять литыми, как агрегаты, имеющие много точных узлов, крепежных точек и требующие хорошей подгонки. Заводской опыт показывает, что для указанных агрегатов и условий можно применять электронное крупногабаритное литье. Следует отметить, что освоенный сплав МЛ15 нужно заменить сплавом МЛ11, который при температуре 200°C характеризуется лучшими данными по прочности и ползучести. Правда, сплав МЛ11 еще недостаточно освоен.

Отливки подфонарной панели и пола механически обрабатывают, и на них собирают соответствующие механизмы. Клепанные варианты этих деталей весьма сложны в сборке и не обеспечивают точной увязки с фонарем и управлением. В этом случае литье особенно выгодно при крупносерийном производстве.

С переходом на более высокие скорости полета потребуются материалы с более высоким температурным барьером. В этом отношении перспективно литье из алюминиевого сплава Д20, который может свариваться, что имеет важное значение.

Боковые панели кабины по конструкции аналогичны боковинам переднего отсека. Передняя и задняя силовые рамы кабины — это глухие стенки из сплава Д16 с набором профилей. Перепад давления $0,5\text{ кг/см}^2$ при температуре около 200°C на наружных полках и 100°C на внутренних. Передняя рама часто служит для крепления передней ноги шасси (иногда для этого используют заднюю раму). Под полом кабины делают негерметичный отсек, который работает при температуре около 200°C и используется для размещения невысокого оборудования или для укладки переднего шасси; отсек требует теплоизоляции.

Так как герметик ТГ-18 недостаточно удовлетворителен для герметизации кабины, то поэтому также вплотную ставится вопрос о создании сварных кабин из сплава типа Д20.

Конструктору следует заботиться о хорошей внутренней отделке и удобстве кабины, так как здесь находится рабочее место летчика.

Задний герметический отсек. В этом отсеке размещают кислородное, радио-, электро- и другое оборудование. Спереди отсек ограничен глухой задней рамой кабины, сзади — глухой рамой отсека топливных баков. С боков, так же как у кабины, проходит раздвоенный воздушный канал. Верх

и низ ограничиваются наружной обшивкой фюзеляжа. С обеих сторон отсек имеет герметические боковые люки. Тип конструкции, условия работы и материалы аналогичны применяемым для переднего герметического отсека. Три герметических отсека склепывают между собой, и они становятся единым технологическим агрегатом, который доводят и испытывают на герметичность как одно целое.

Как видно из предыдущего, конструкция в основном выполняется из относительно толстых обшивок с подкреплением только поперечными рамами. Продольный набор почти отсутствует; он состоит из верхних лонжеронов, переходящих в подфонарную панель, горизонтальных полов отсеков и нижних лонжеронов.

Для лонжеронов и рам желательно использовать прессованные профили из сплава Д16, но часто из-за сложных форм приходится применять холодную штамповку и гибку из листа.

Сокращение продольного набора значительно уменьшает трудоемкость и увеличивает надежность работы конструкции и заклепочных соединений, но вызывает незначительное увеличение веса, которым можно пренебречь. Клепку, как правило, ведут заклепками из сплава Д19; на наружной обшивке в малодоступных местах употребляют взрывные заклепки. Для узлов силовых рам используют горячештампованные и затем механически обработанные детали из стали 30ХГСНА с пределом прочности $150\text{--}170\text{ кг/см}^2$. В дальнейшем следует применять точное литье.

Обычно задняя рама заднего герметического отсека является границей боковой внешней стенки — панели воздушного канала. (Выше указывалось, что внутренние стенки канала являются боковыми стенками первых трех отсеков фюзеляжа.) Передняя половина боковой панели воздухозаборника представляет собой толстый изогнутый или обтянутый на прессе (типа РО-3) лист из сплава Д16 толщиной $3,5\text{--}5\text{ мм}$; иногда ее делают двухслойной, общей толщиной $6\text{--}8\text{ мм}$, из толстого листа, фрезерованного химическим способом до толщины $1,2\text{--}1,5\text{ мм}$, с созданием поперечных силовых утолщенных полос, к которым сквозной клепкой присоединяют тонкие листы толщиной $1\text{--}1,2\text{ мм}$ (с наружной стороны). Получается такая, как и в переднем кольце, слоеная конструкция; по весу она эквивалентна листу из сплава Д16 толщиной $3,5\text{ мм}$.

Были также попытки в качестве заполнителя применять самовспенивающийся пенопласт, но они пока не привели к положительным результатам. В дальнейшем с повышением температур возможно употребление паяных панелей из двух листов титана с сотовым заполнителем, а также паяных сотовых панелей из стали. Эти конструкции необходимо разрабатывать уже теперь. Листы паяных панелей будут иметь толщину $0,3\text{--}0,4\text{ мм}$, ленты для сот $0,05\text{--}0,1\text{ мм}$; при этом следует рассчитывать на рабочую температуру $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$. Подобные панели будут применяться и в хвостовой части фюзеляжа.

Можно также прибегать к клееным панелям из листов сплава Д16 с сотовым заполнителем, исполь-

зую термостойкий клей. Однако ставить их на самолет можно лишь после тщательных вибрационных и прочностных испытаний с учетом температуры. Кроме того, необходимо разработать способы контроля и ремонта.

В задней части панель утолщается и состоит из двух листов толщиной 1,2—1,5 мм с поперечным набором рам с шагом 150 мм.

Боковая панель представляет собой единый технологический агрегат, который ставят на герметические отсеки в последнюю очередь. Панель испытывает внутреннее давление 2,5—3 кг/см² и разрежение 0,4—0,5 кг/см² при температуре выше 200°С по внутреннему листу и около 200°С по наружному. На задней части панели обычно имеются усиления и наружные стальные листы для спецустановки.

Силовой отсек для крепления крыла и размещения топливных баков (а также передней ноги шасси). Этот отсек является самой нагруженной и тяжелой частью фюзеляжа. Он начинается с силовой рамы для крепления крыла, служащей одновременно стенкой контейнера топливных баков. Кроме того, отсек имеет от трех до пяти силовых стеночных рам для крепления крыла, разделяющих баки. Воздушный канал, проходящий внутри этого отсека, выполнен в виде цилиндра и должен быть герметичным. Таким образом, отсек представляет собой цилиндр с кольцевым сечением, разделенный рамами на контейнеры, в которых размещаются подковообразные мягкие резиновые баки. В верхней четверти сечения расположены силовые люки на болтах с анкерными гайками, предназначенные для вставки баков.

Чтобы увеличить емкость баков, наружную и внутреннюю обшивку делают минимальной толщины, полностью убирают промежуточные рамы и сокращают до минимума продольный силовой набор, который обычно состоит из четырех лонжеронов из прессованных профилей, двух верхних прессованных угольников крепления грота и двух нижних мощных балок для поддержки нижних плит под днищами баков и крепления тормозных щитков, а также оконтуривания вырезов для шасси и люков двигателя.

Для коммуникаций и тяг управления в трех герметических отсеках фюзеляжа прокладывают специальные трубы, а в силовом отсеке для коммуникаций устраивают специальный верхний грот параболического сечения, который начинается от фонаря и идет вдоль фюзеляжа до киля. Кроме того, внизу между балками и лонжеронами также отводят место коммуникациям. С баков или снизу этого отсека крепят спецустановки, внизу — тормозные щитки и узлы для подвесок. В гроте крепят узлы управления, и, наконец, на силовых рамах монтируют узлы крепления крыла. Стенки внутреннего воздушного канала противостоят давлению изнутри 2,5—3 кг/см² (с учетом давления баков при температуре выше 200°С) и разрежению 0,5—0,6 кг/см². Наружная обшивка работает как силовая обшивка монокока фюзеляжа при температуре около 200°С.

В этих условиях средний вес 1 м длины отсека получается по статистическим данным равным 100—

130 кг. Наружную обшивку выполняют из листового дуралюмина Д16 толщиной 1,5—3 мм. Иногда рационально делать ее из ступенчатых листов; химически фрезерованных (бывает, что в отсеке между узлами крыла толщина обшивки доходит до 7 мм).

Как уже было отмечено, наружную обшивку для обеспечения емкости баков делают почти без продольного набора и с редким поперечным. Она работает самостоятельно, поэтому имеет относительно большие толщины. Силовые рамы, отстоящие друг от друга на 700—1000 мм, выполняют из сплава АК4-1, обычно смешанной конструкции, применяя горячую штамповку; средние, связанные болтами узлы крепления крыла изготавливают горячей штамповкой из стали 30ХГСНА (дуги рам иногда также делают из этой стали).

Заводам необходимо совершенствовать способы точной штамповки, так как последующая механическая обработка все еще велика.

Для узлов крыла следует освоить точные и высокопрочные отливки из сталей. Точные отливки среднего размера из сталей могут найти применение во многих узлах самолета.

Внутренний воздушный канал устраивают толщиной 6—8 мм, двухслойной конструкции, по типу боковой панели в трех герметических отсеках фюзеляжа. Так как на канале расположены резиновые баки, а температура его наружных обшивок превышает 200°С, то между ним и баком нужно проложить теплоизоляцию. Здесь так же, как и в переднем отсеке, нанесение слоя теплоизоляции с помощью кисти или пульверизатора было бы очень удобно. Пока для изоляции применяют листы АТИМ и АСИМ, которые не удается удовлетворительно крепить.

Тормозные щитки, конфигурация которых очень сложна, было бы технологически правильнее выполнять в виде единой отливки, например из сплава Д20; в настоящее же время их делают смешанной конструкции, и они являются сложным клепаным агрегатом.

Весь силовой отсек выполняется в виде отдельных технологических панелей. В этом отсеке заканчивается воздушный канал, к которому примыкает двигатель своим передним фланцем с резиновым уплотнением, находящимся в специальном кольцевом профиле.

При дальнейшем повышении температуры в этом отсеке фюзеляжа появятся титановые или стальные паяные слоенные конструкции. В последних возможно также применение искусственного охлаждения. Эти вопросы представляют большой интерес для развития самолетостроения.

Передний отсек двигателя. Этот отсек имеет много эксплуатационных люков для обслуживания двигателя и его агрегатов. Чтобы люки можно было быстро открывать, их ставят на шомполах и быстроразъемных замках, подобно люкам переднего герметического отсека. Так как они требуют окантовок, то отсек имеет частый продольный и поперечный набор рам и стрингеров; обшивка выполнена из листов сплава Д16 толщиной 1,2—1,5 мм. Стрингеры делают из прессованных профилей, рамы

штампуют из листа, с вырезами под стрингеры. Все люки должны иметь резиновое уплотнение из термостойкой резины НО68-1. Через этот отсек проходят лонжероны и нижние балки из прессованных профилей.

Отсек работает на внутреннее давление 0,5—0,6 кг/см². Температура в нем в большой мере зависит от температуры передней части двигателя. Отсек имеет несколько силовых рам. Передняя (стеночная) выполнена из листа и прессованных профилей. К ней прижат резиновым герметическим уплотнением входной фланец двигателя. Средняя рама служит для основного крепления двигателя; ее делают обычно из алюминиевого сплава, ввиду крупногабаритной штамповки. Узел крепления двигателя может быть штампованным или литым из стали с пределом прочности 150—170 кг/мм². Завершающей рамой отсека и головной части фюзеляжа является задняя стыковая рама. На ней заканчиваются все силовые продольные элементы головной части фюзеляжа; здесь же смонтированы узел крепления двигателя и многоболтовой стык с хвостовой частью. Рама у каждой шпильки имеет специальные привалочные площадки

для правильной притонки аналогичной рамы хвостовой части. Ее обычно изготовляют из сплава АК4-1 или стали 30ХГСНА, применяя токарную обработку. Рама представляет собой фланец с закрепленными стыковыми шпильками (число их — около 30 шт.). Сверление отверстий под шпильки и торцовку привалочных площадок при серийном производстве ведут в механизированном разделочном стенде на готовой головной части фюзеляжа. Стыковка таким способом является надежной и нашла широкое применение, однако она занимает много времени. Поэтому следует работать над созданием легкоразъемного силового соединения при соответствующей конструкции рамы. Все отсеки головной части соединяются клепаными технологическими швами и представляют собой единый агрегат.

Приведенное в статье краткое изложение конструктивных и технологических особенностей и трудностей, возникающих при создании фюзеляжей современных легких самолетов, будет способствовать дальнейшему развитию творческой деятельности конструкторов, технологов и металлургов, работающих в этой области.

О панелях из стекловолокнистых материалов для теплоизоляции рабочих отсеков самолета

А. М. КРУТИКОВ

Краткая характеристика материалов; технология изготовления и монтаж панелей

Для теплоизоляции рабочих отсеков самолета широко применяются стекловолокнистые материалы. Они имеют некоторые специфические свойства, которые необходимо учитывать при проектировании теплоизоляционных панелей.

Теплоизоляционный материал АСИМ (ТУ МПСМ 182—53) изготовляют в виде мата из стекловолокна толщиной 14 мм, покрытого с двух сторон стеклянной тканью и прошитого стеклянными нитками. В зависимости от толщины мата материал выпускается двух марок: АСИМ-5 и АСИМ-9. Он применяется для теплоизоляции труб и предназначен для работы при температуре до 400°С. Объемный вес материала 100—110 кг/м³.

Теплоизоляционный материал АТИМС изготовляют в виде мата из рыхлого бесщелочного стеклянного волокна толщиной 5—7 мм и длиной 30—40 мм; покрывая его с двух сторон стеклянной тканью и прошивая стеклянными нитками. АТИМС выпускается трех толщин: 5; 10 и 15 мм (АТИМС-5, АТИМС-10 и АТИМС-15). Он предназначен для работы до 450°С. Объемный вес материала 75—85 кг/м³.

Теплоизоляционный материал АТИМСС (ТУ МЛП 1520—57) представляет собой

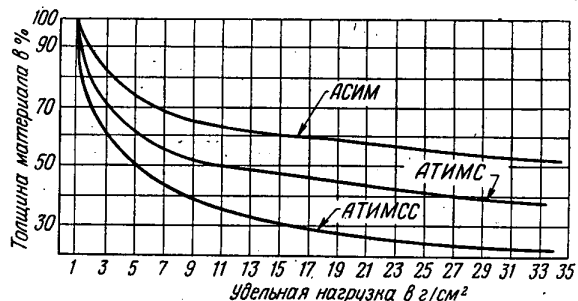
штапельное стеклянное волокно толщиной 5—7 мм, содержащее сухой остаток распыленного и полимеризовавшегося бакелитового лака ИФ, удерживающего волокно в разрыхленном состоянии. Цвет его рыжевато-розовый или оранжевый. АТИМСС выпускается пяти толщин: 15; 20; 25; 30 и 50 мм. Он применяется для теплоизоляции стенок рабочих отсеков и предназначен для работы до 150°С. Объемный вес материала 25 кг/м³.

Теплоизоляционный материал АТИМССК аналогично материалу АТИМСС представляет собой штапельное стекловолокно толщиной 5—7 мм алюмоборосиликатного состава; в качестве связующего употребляют различные кремнийорганические смолы. Цвет — белый. АТИМССК выпускается четырех толщин: 15; 20; 25 и 30 мм. Он предназначен для работы при 200°С в течение 200 час., при 400°С в течение 3—5 час. Объемный вес материала 25 кг/м³.

Все стекловолокнистые материалы легко сжимаются, поэтому толщину их измеряют при одном определенном давлении (1 г/см²). При большем давлении материалы сжимаются на 35—70%; при снятии его они восстанавливают свою толщину полностью

(фиг. 1): Восстановление толщины зависит от марки материала, величины удельного давления и продолжительности нагрузки.

Коэффициенты теплопроводности λ у стекловолокнистых материалов при сжатии не увеличиваются, но



Фиг. 1. Сжимаемость стекловолокнистых материалов (по данным ВИАМ).

сильно зависят от средней температуры теплоизоляционного слоя (фиг. 2). При повышении ее коэффициент теплопроводности возрастает. Наилучшим теплозащитным свойством обладает материал АТИМС.

Ниже приводятся зависимости коэффициентов теплопроводности материалов от их средних температур:

$$\text{АТИМС} \dots \lambda = 0,00088t_{\text{ср}} + 0,0257$$

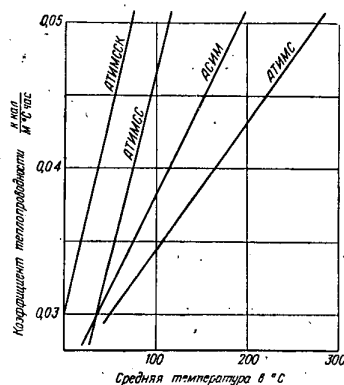
$$\text{АСИМ} \dots \lambda = 0,00013t_{\text{ср}} + 0,0251$$

$$\text{АТИМСС} \dots \lambda = 0,000267t_{\text{ср}} + 0,0201$$

$$\text{АТИМССК} \dots \lambda = 0,000279t_{\text{ср}} + 0,03$$

Одним из наиболее важных свойств теплоизоляционных материалов является их температуроустойчивость. Для определения ее был проведен следующий эксперимент.

Материал нарезали на короткие волокна, ватем укладывали в цилиндр, слегка утрамбовывали и закрывали поршнем. Цилиндр помещали в печь и на-



Фиг. 2. Зависимость коэффициентов теплопроводности от средних температур материала.

гревали со скоростью 5°C в минуту. Удельное давление на теплоизоляционный материал от веса поршня равнялось $0,0224 \text{ кг/см}^2$. В результате нагревания и под действием давления волокно размягчалось и

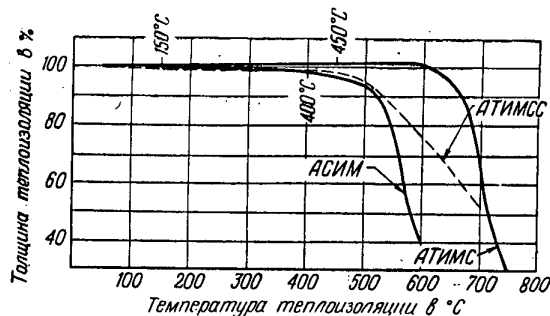
поршень оседал. Величина оседания поршня фиксировалась.

Результаты эксперимента показаны на фиг. 3.

Сравнительно низкая максимально допустимая температура для материала АТИМСС объясняется выгоранием связующей смолы при температурах выше 150°C . Структура материала при этом не меняется. В тех отсеках, где продукты выгорания смолы не отразятся на работе оборудования, АТИМСС можно применять и при температурах выше 150°C .

Испытания на вибрацию, проведенные при 400°C , подтвердили это: материал не разрушился и сохранил свою структуру.

Условия работы теплоизоляции в разных отсеках различны. Так, например, отсеки шасси при раскрытии створок подвергаются сильному турбулентному обдуву, который может сорвать панели теплоизоляции со стенок отсеков. В закрытых отсеках и контейнерах условия работы более спокойные, поэтому конструкция панелей и их монтаж несколько иные, чем для отсеков шасси. Для тяжелых условий ра-



Фиг. 3. Температуροустойчивость стекловолокнистых материалов. Допустимые температуры: для АСИМ— 400°C ; для АТИМС— 450°C ; для АТИМСС— 150°C .

боты теплоизоляции (как, например, на стенках торцовых шпангоутов, отсеков) панели теплоизоляции делают более прочными.

Для теплоизоляции стенок контейнеров и рабочих отсеков применяется стекловолокнистый материал АТИМСС. Он обладает малым объемным весом, повышенной теплостойкостью, малой гигроскопичностью и нейтрален к коррозии.

При тяжелых условиях работы панели из материала АТИМСС облицовывают материей АЗТ, подложкой служит хлопчатобумажная ткань АОД. Панели прошивают на машине нитками «Хаки» № 10 по контуру и в клетку (размер клеток $200 \times 200 \text{ мм}$, шаг строчки 4—5 мм), приклеивают к стенкам шпангоутов клеем № 88, а по контуру закрепляют еще механически.

Схема такой панели показана на фиг. 4.

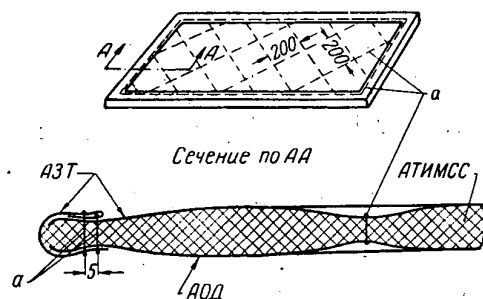
Прошивки материала АТИМСС на машине, как правило, следует избегать, так как при этом нарушается его структура. Для этих панелей можно применять другой теплоизоляционный материал — ВТ4, структура которого при прошивке на машине не изменяется.

На боковых стенках отсеков панели теплоизоляции крепят к обшивке только клеем. По контуру они

имеют напуски. Приклеивая их к шпангоутам, упрочняют крепление и закрывают доступ воздушным вихрям к склейке панели с обшивкой. Схема таких панелей приведена на фиг. 5.

Закрытые отсеки и контейнеры теплоизолируют панелями, сшитыми аналогично вышеприведенной панели, но не имеющими напусков.

В случае, когда температурные условия не позволяют применить в качестве облицовки материал АЗТ, употребляют стеклоткань ЭСТБ-0,06.



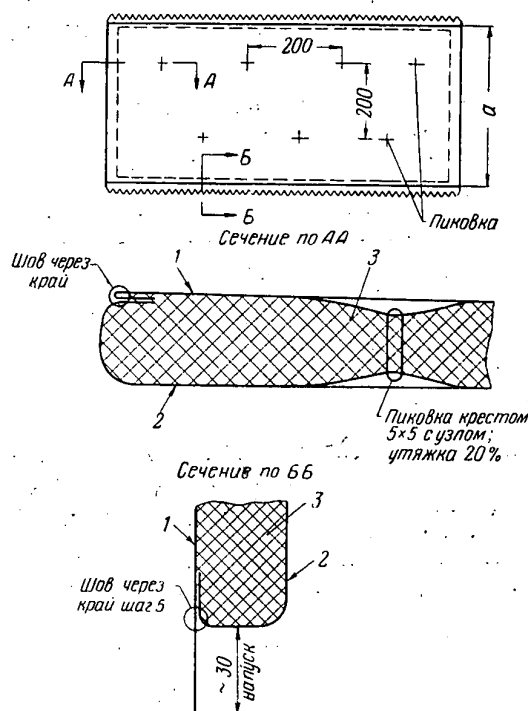
Фиг. 4. Схема панели из стекловолоконного материала АТИМСС для тяжелых условий работы.

a — сквозные машинные швы.

Для теплозащиты стенок отсеков, температура которых находится в пределах 300—400°С, используются стекловолоконные материалы АТИМС и АТИМССК. На стенки клеим ВКТ-2 приклеивают панели из материала АТИМС, к ним нитками НСА пришивают панели второго слоя, изготовленные из материала АТИМССК. Зазоры и воздушные мешки между слоями недопустимы, так как горячий воздух через стыки теплоизоляционных панелей в этом случае может проникнуть внутрь отсека.

На внутренний слой теплоизоляции, изготовляемый из АТИМС, дополнительная облицовка не ставится, так как он имеет собственную облицовку. Второй слой теплоизоляции (из материала АТИМССК) облицовывают стеклотканью ЭСТБ-0,06. Панели этого слоя прошивают стеклянными нитками НСА с шагом 150—200 мм и утяжкой по месту прошивки на 20%.

Следует отметить, что фактическая толщина изготовленных теплоизоляционных панелей получается меньше заданной чертежом. Это происходит в основ-



Фиг. 5. Схема панели из теплоизоляционного материала АТИМСС для боковых стенок фюзеляжа.

1—облицовка АЗТ; 2—стеклоткань ЭСТБ-0,06; 3—АТИМСС.

a—ширина панели, равная расстоянию между шпангоутами.

ном потому, что утяжка обычно превышает норму. Кроме того, при длительном хранении на складе в больших стопах толщина теплоизоляционных панелей уменьшается. Это необходимо учесть в инструкциях по хранению стекловолоконных материалов.

Влияние технологических факторов на вес механически обрабатываемых деталей

Л. Д. АРСОН

Необходимо взаимно увязывать допуски на размеры и вес

В самолетных конструкциях все большее распространение получают плоскостные крупногабаритные механически обрабатываемые детали: полки и балки лонжеронов, панели, рамы и т. д. На размеры таких деталей назначают обычно несимметричные допуски. Появляющиеся при этом отклоне-

ния размеров в тонкостенных конструкциях соизмеримы с номинальными, что приводит к значительным отклонениям веса.

Часть отклонений является неизбежной, присущей данным конструкциям и технологическим процессам, и ее следует учитывать при весовых расчетах. Дру-

гие же отклонения обусловлены недостаточно высокой культурой технологического процесса и должны предотвращаться контролем размеров и веса.

Вес механически обрабатываемых деталей рассчитывают обычно по номинальным размерам. При этом не принимают во внимание асимметрию допусков и сдвиг центра группирования размеров по отношению к номиналу, что вызывает большую погрешность расчета, доходящую во многих случаях до 5—10%. Допуски на вес устанавливают без учета допусков на отдельные элементы деталей и характера фактического распределения размеров; их регламентируют в процентах от веса деталей, вне зависимости от конфигурации последних и особенностей технологии.

В результате допуски на вес в одних случаях излишне велики и не могут служить средством повышения культуры веса, а в других случаях занижены, что увеличивает трудоемкость механической обработки. Совершенно очевидно, что вес и весовые допуски нужно рассчитывать, исходя из особенностей отклонений размеров, присущих данным конструкциям и технологическим процессам. Детали сложной конфигурации надо рассчитывать на отдельные элементы; так как на размеры каждого элемента назначаются индивидуальные допуски, то такие детали следует рассматривать как многоэлементные и использовать при весовых расчетах выражения, служащие для определения веса и весовых допусков узлов и агрегатов*.

Вес плоскостной механически обрабатываемой детали

$$G_r = G_{nr} + \sum \alpha_i F_i \delta_{\text{доп}} \gamma. \quad (1)$$

Допуск на вес

$$\Delta G_r = \gamma \sum \sqrt{K_{\text{доп}}^2 F_i^2 + 2 \sum R_{kn} K_{ik} K_{in} \delta_{\text{доп}} k \delta_{\text{доп}} n F_{ik} F_{in}}. \quad (2)$$

где G_{nr} — вес, подсчитанный по номинальным размерам;

α_i — коэффициент относительной асимметрии, характеризующий сдвиг центра группирования размеров по отношению к номиналу;

F_i — площадь элемента в плоскости, перпендикулярной направлению отклонений размеров;

$\delta_{\text{доп}}$ — допуск на отклонения размеров элемента;

γ — удельный вес;

K_i — коэффициент относительного рассеивания, характеризующий отличие формы распределения размеров элементов от формы распределения веса деталей;

R_{kn} — коэффициент корреляции между размерами элементов k и n .

* Арсон Л. Д. Весовой расчет узлов и агрегатов. «Авиационная промышленность», 1957, № 3.

** Индексами k и n обозначены элементы, между размерами которых существует корреляционная зависимость.

В указанных выражениях все составляющие относятся только к толщинам элементов, так как обычно больше всего влияют на отклонение веса колебания размеров по толщине.

Для анализа влияния асимметрии распределений размеров на вес выражение (1) удобно представить в виде

$$G_r = G_{nr} + \sum (\alpha_{i \text{ ц. гр.}} + \alpha_{i \text{ ряда}} + \alpha_{i \text{ доп}}) F_i \delta_{\text{доп}} \gamma, \quad (3)$$

где коэффициенты $\alpha_{i \text{ ц. гр.}}$, $\alpha_{i \text{ ряда}}$ и $\alpha_{i \text{ доп}}$ соответственно означают:

$$\alpha_{i \text{ ц. гр.}} = \frac{S_{\text{ср}} - S_{\text{ряда}}}{\delta_{\text{доп}}} \text{ — сдвиг центра группирования } S_{\text{ср}} \text{ по отношению к середине поля рассеивания } S_{\text{ряда}};$$

$$\alpha_{i \text{ ряда}} = \frac{S_{\text{ряда}} - S_{\text{доп}}}{\delta_{\text{доп}}} \text{ — сдвиг середины поля рассеивания } S_{\text{ряда}} \text{ по отношению к середине поля допуска } S_{\text{доп}};$$

$$\alpha_{i \text{ доп}} = \frac{S_{\text{доп}} - S_n}{\delta_{\text{доп}}} \text{ — сдвиг середины поля допуска } S_{\text{доп}} \text{ по отношению к номиналу } S_n.$$

Сдвиг центра группирования размеров. Для выявления характера распределений размеров на ряде заводов обмерено значительное число крупногабаритных фрезерованных деталей; часть их дополнительно отшлифована.

Все рассмотренные распределения характеризуются накоплением частот вблизи середины поля рассеивания; центр группирования, как правило, сдвинут (по отношению к номиналу) в сторону больших размеров (фиг. 1), что приводит к неоправданному увеличению веса до 7—10%.

Наблюдается также асимметрия самих распределений, определяемая коэффициентом сдвига центра группирования $\alpha_{i \text{ ц. гр.}}$. Однако поскольку образование той или иной формы распределений есть явление случайное, то и этот коэффициент следует признать случайной величиной. При расчете веса многоэлементных плоскостных деталей необходимо пользоваться средним значением коэффициента сдвига центра группирования $\alpha_{i \text{ ц. гр. ср.}}$. Анализ распределений размеров показывает, что $\alpha_{i \text{ ц. гр. ср.}} \approx 0,25$ (фиг. 2).

Наличие указанной асимметрии распределений, естественно, вызывает повышение веса механически обрабатываемых деталей.

Другой причиной, обуславливающей систематическое увеличение веса, является сдвиг середины поля рассеивания по отношению к полю допуска в сторону больших размеров. Если поле рассеивания по своей абсолютной величине равно полю допуска, такой сдвиг нельзя признать обоснованным.

Третья причина отклонения веса заключается в асимметрии допусков. В этом случае коэффициент $\alpha_{i \text{ доп}}$ определится выражением

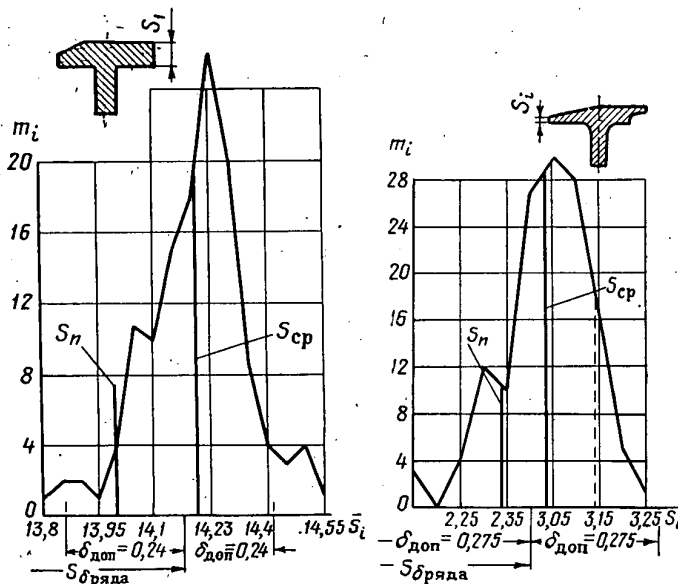
$$\alpha_{i \text{ доп}} = 0,5 \frac{\delta_v - \delta_n}{\delta_{\text{доп}}}, \quad (4)$$

где δ_v и δ_n — соответственно верхняя и нижняя части поля допуска.

Если принять значения коэффициента сдвига $\alpha_{i.u.гр} = 0,25$; $\alpha_{i.ряда} = 0$ и $\alpha_{i.доп}$ по формуле (4), то вес механически обработанной детали можно установить по формуле

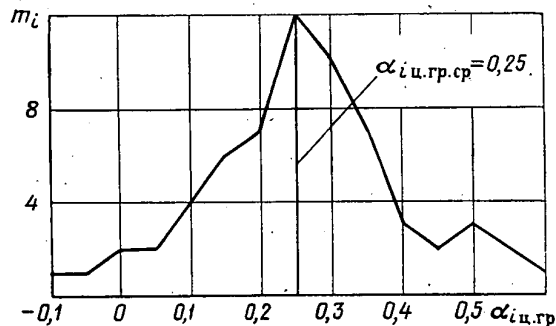
$$G_r = G_{nl} + 0,5 \gamma \sum (1,25 \delta_v - 0,75 \delta_n) F_i. \quad (5)$$

Соотношение между полем рассеивания и полем допуска. В настоящее вре-



Фиг. 1. Сдвиг центра группирования размеров в полках лонжерона (S_i — толщина полки).

мя отсутствуют четкие рекомендации по назначению допусков на размеры плоскостных деталей. Даже для деталей, аналогичных по конструкции и материалу, спроектированных в одном ОКБ, применяют различные по величине допуски. Например, у однотипных полок лонжеронов встречаются различные допуски.



Фиг. 2. Распределение коэффициентов сдвига центра группирования размеров.

Это существенно влияет на отношение величины поля рассеивания к полю допуска, характеризуемое коэффициентом точности

$$T = \frac{2\delta_{ряда}}{2\delta_{доп}}. \quad (6)$$

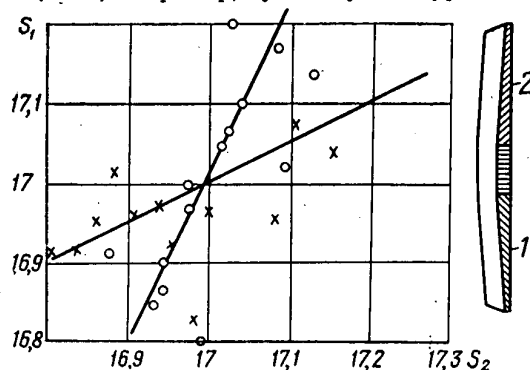
Для определения коэффициентов точности T при различных допусках и способах обработки проанализировано распределение размеров, полученное по данным обмеров плоскостных деталей (см. таблицу).

Распределение размеров по данным обмера плоскостных деталей

Вид обработки	Поле допуска в мм	Коэффициент точности T		
		минимальный	максимальный	средний
Фрезерование	1,2—1,5	0,8	1,2	0,95
	0,8	1,14	2,16	1,35
Фрезерование с частичным шлифованием	0,55	1,0	1,45	1,17
	0,4	1,27	1,88	1,55
Фрезерование по копиру с частичным шлифованием	0,55	0,65	1,1	0,9
Фрезерование набором фрез	0,55	0,9	1,2	1,1

Из таблицы видно, что правильный выбор допусков и технологии обеспечивает равенство по абсолютной величине поля рассеивания и поля допуска. При этом условии можно достигнуть совпадения середин этих полей. Тогда значение коэффициента сдвига $\alpha_{i.ряда}$ может быть принято равным нулю.

Корреляционные зависимости. В процессе исследования распределений размеров плоскостных деталей установлено наличие корреляционных зависимостей между размерами отдельных элементов. Так, например, существуют корреляционные



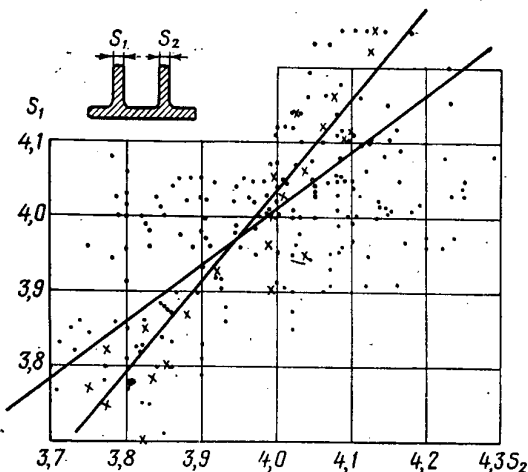
Фиг. 3. Корреляционная зависимость между толщинами симметричных элементов.

1 и 2 — симметричные элементы.

связи между симметричными элементами 1 и 2 (фиг. 3), обрабатываемыми от одной базы. Идентичность оснастки, служащей для обработки наклонных поверхностей, и условий крепления и пружинения заготовок приводит к появлению зависимостей между колеблющимися величинами размеров обеих частей рассматриваемых элементов. Для определения коэффициентов корреляции и характера этих

зависимостей построены графики (см. фиг. 3), на которых по оси абсцисс отложены значения толщин левой части полки, а по оси ординат — толщины правой части.

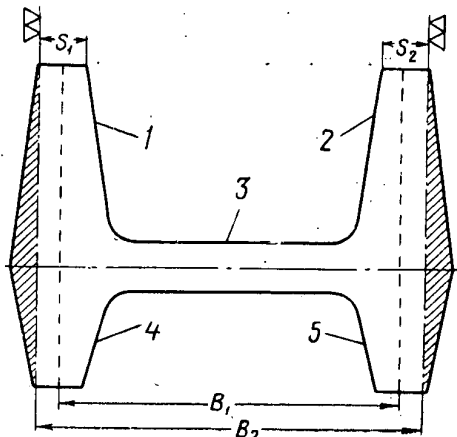
Расчет корреляции размеров аналогичных конструкций показывает, что коэффициент корреляции R всегда положителен по знаку и составляет 0,42—0,57.



Фиг. 4. Корреляционная зависимость между толщинами противоположных элементов.

Для расчетов допусков на вес рекомендуется принять близкое к предельному значение коэффициента корреляции, приблизительно равное 0,6.

На фиг. 4 показаны противоположные элементы S_1 и S_2 , между размерами которых также имеются корреляционные зависимости. Установлено, что



Фиг. 5. Пример расчленения на элементы детали, требующей частичной механической обработки.

1—5—элементы детали.

у подобных конструкций коэффициент тоже положителен по знаку и колеблется от 0,8 до 0,96. Для расчетов весовых допусков целесообразно принять величину, близкую к предельному значению коэффициента корреляции, т. е. приблизительно равную 1. Коэффициенты относительного среднего квадратичного и относи-

тельного рассеивания. Поскольку формы распределений размеров плоскостных деталей разнообразны, имеют место колебания коэффициентов относительного среднего квадратичного λ_i , определяемого выражением

$$\lambda_i = \frac{3\sigma_i}{\delta_{\text{доп}}}, \quad (7)$$

где σ_i — среднее квадратичное распределения размеров.

Как указывалось выше, образование формы распределения размеров — явление случайное; поэтому коэффициент относительного среднего квадратичного также будет величиной случайной.

Руководствуясь изложенным, при расчете допусков многоэлементных плоскостных деталей следует пользоваться средним значением величин относительного среднего квадратичного. Таким средним значением является величина 1,25.

Распределения величин веса механически обработанных многоэлементных деталей имеют форму, близкую к теоретической кривой закона нормального распределения. В этом случае коэффициент относительного рассеивания K_i равен коэффициенту относительного среднего квадратичного λ_i .

Поскольку λ_i для механически обработанных многоэлементных деталей характеризуется средней величиной, то K_i будет также равен 1,25.

Детали, требующие частичной механической обработки, как правило, выполняют из прессованных профилей или же с применением литья или горячей штамповки. Каждую такую деталь аналогично изделиям, полностью обрабатываемым резанием, для расчета веса и весовых допусков необходимо расчленить на ряд элементов. Подобные элементы рассматривают с учетом присущих им параметров распределений размеров.

В качестве примера на фиг. 5 показана литая деталь, подвергающаяся частичной механической обработке.

При наличии указанной односторонней механической обработки нельзя принимать, что точность изготовления элемента определится точностью фрезерования.

Здесь у элементов 1 и 2 вес и его колебания определяются уже двумя видами обработки: литьем и фрезерованием.

Выбирая базу обработки, ориентирующую на выдерживание размеров S_1 и S_2 , колебание веса вычисляют на основе допусков на эти размеры. Однако в большинстве случаев за базу принимают размер B_1 . Тогда у литых деталей толщины будут зависеть от колебания размеров B_1 между серединами ребер и колебаний толщины этих ребер, определяемых в данном случае допусками на отливку.

Половину поля допуска на колебание толщины ребра δ_r можно вычислить по формуле

$$\delta_r = K_i \sqrt{(0,5\delta_{B_1})^2 + \delta_s^2}, \quad (8)$$

где δ_{B_1} — половина допуска на колебание размера B_1 между центрами ребер;

δ_s — половина допуска на колебание толщины;
 K_1 — коэффициент относительного рассеивания, принимаемый для литых деталей равным 1,35.

При частичной механической обработке штампованных деталей отклонения размера B_1 не нужно учитывать, так как его колебания зависят от качества штампов, изготавливаемых по высоким классам точности.

Выводы

1. Рассчитывая вес механически обрабатываемых деталей, следует учитывать наличие несимметричных допусков и сдвига центра группирования размеров по

отношению к номиналу, что устраняет ошибку в расчете, доходящую до 5—10%.

2. Предложенные способы весовых расчетов позволяют увязать допуски на размеры с допусками на вес, что устраняет необходимость трудоемкой повторной механической обработки с целью доводки по весу. Анализ фактического распределения размеров показывает наличие необоснованного сдвига центра группирования размеров в сторону больших размеров, что необоснованно увеличивает вес.

Устранение такого положения путем весового контроля и улучшения технологии будет способствовать снижению веса конструкций.

Применение прозрачных шаблонов при проектировании

В. С. РЕЗНИЧЕНКО и Д. А. ХАНДРОС

В конструкторских бюро при проектировании простых и сложных узлов и деталей много времени занимает процесс черчения. На чертежах часто повторяются изображения одних и тех же нормализованных деталей, радиусов, фасок и т. п.

прозрачной небьющейся пластмассы (целлулоида или плексигласа толщиной 0,6—1,5 мм) и пропитаны краской приятного для глаз цвета (розового, оранжевого и др.).

Изображенный на фиг. 1 прозрачный чертежный

шаблон прямоугольной формы толщиной 0,6 мм по площади равен стандартному формату А₄ (288×203 мм). На нем расположены круглые и шестигранные отверстия различных размеров, отверстия, соответствующие по профилю различным проекциям крепежных деталей, нормальные шрифты, знаки обработки и др.

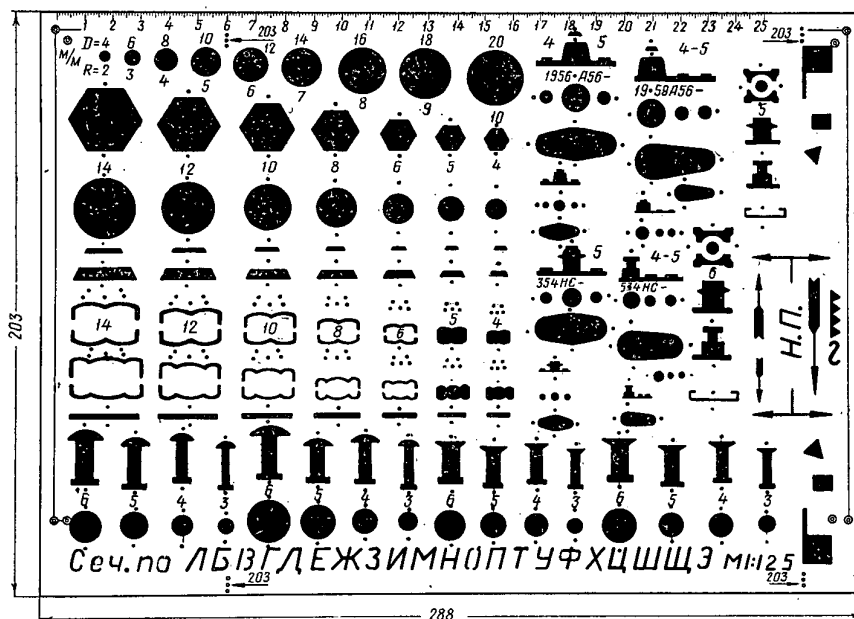
Шаблон в форме треугольника (фиг. 2) имеет по углам закругления радиусом 20; 15 и 9 мм, а также отверстия, оси которых расположены под разными углами к основанию шаблона.

Шаблоны-нормали, изображенные на фиг. 3, 4 и 5, позволяют вычерчивать 92 прессованных профиля Пр. 100, Пр. 101 и Пр. 102. На этих шаблонах указаны номера и габаритные размеры (толщина в мм и вес в кг на 1 пог. м) профилей.

С помощью пяти прозрачных шаблонов, описанных выше, можно выполнить свыше 1000 чертежных операций, дающих законченные изображения болтов, гаек, профилей, окружностей, радиусов, крепежных деталей и т. п.

Например, посредством прозрачного шаблона, показанного на фиг. 1, можно определять размеры и вычерчивать:

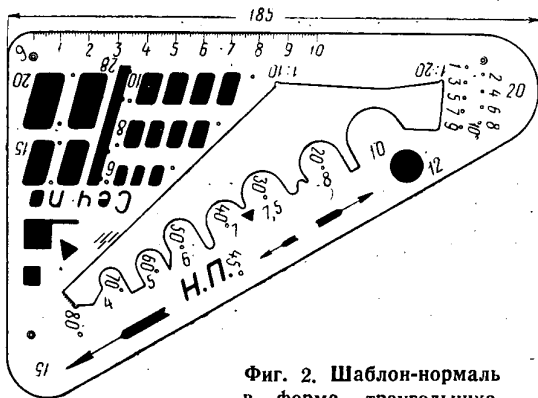
1. чертежи формата А₄;



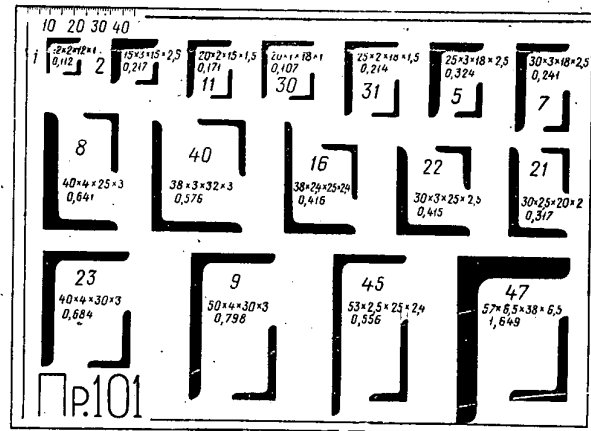
Фиг. 1. Шаблон-нормаль прямоугольной формы.

В статье освещается опыт использования прозрачных шаблонов, ускоряющих проектирование. Прозрачные шаблоны позволяют вычерчивать часто применяемые детали (гайки, болты и т. п.) в 25—30 раз быстрее и точнее, чем с помощью циркуля и линейки.

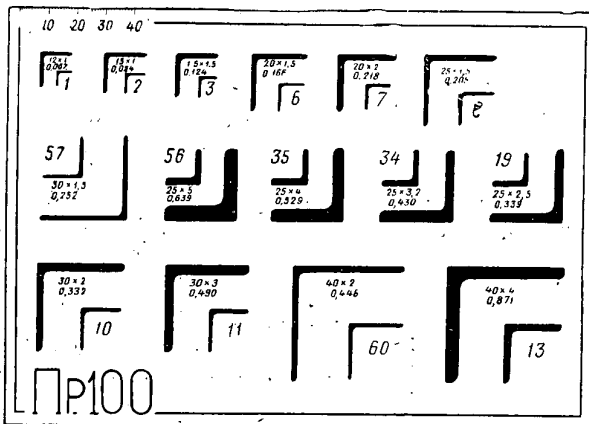
Чертежные шаблоны-нормали (фиг. 1—5) с отверстиями (в масштабе 1:1 и 1:2) штампуются из



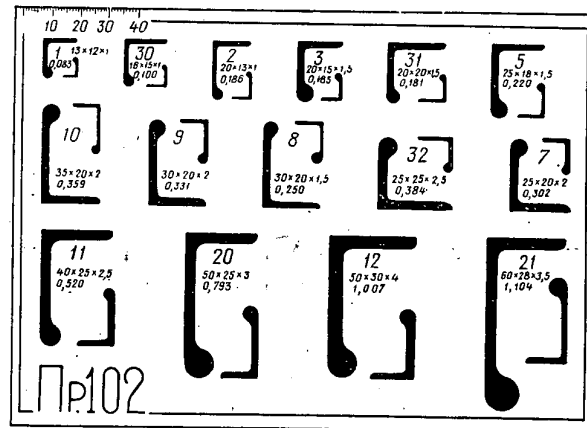
Фиг. 2. Шаблон-нормаль в форме треугольника.



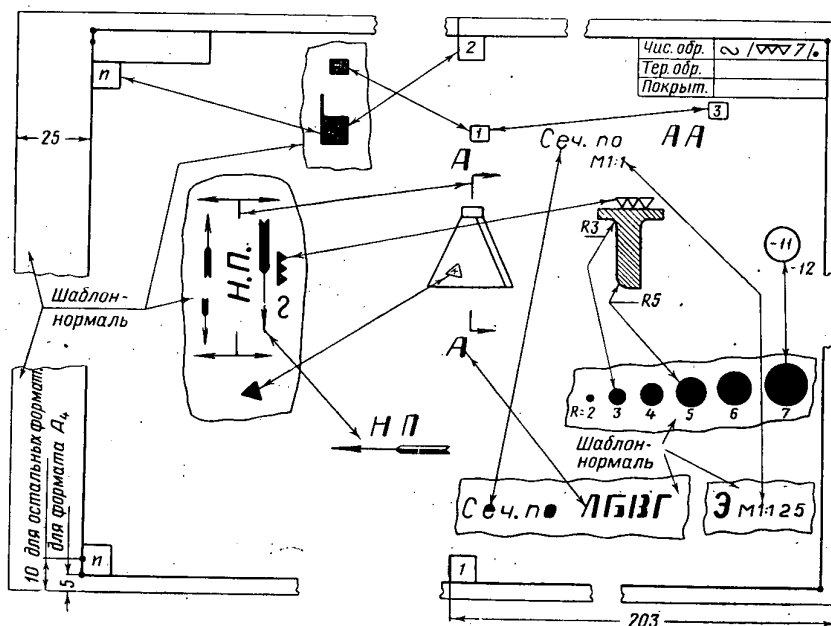
Фиг. 4. Шаблон-нормаль для профилей Пр. 101.



Фиг. 3. Шаблон-нормаль для профилей Пр. 100.

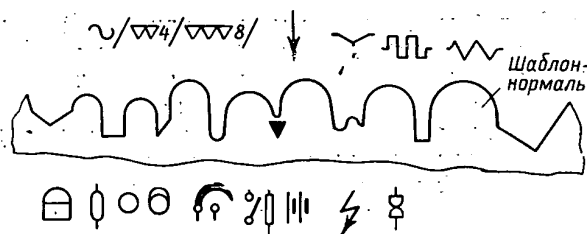


Фиг. 5. Шаблон-нормаль для профилей Пр. 102.

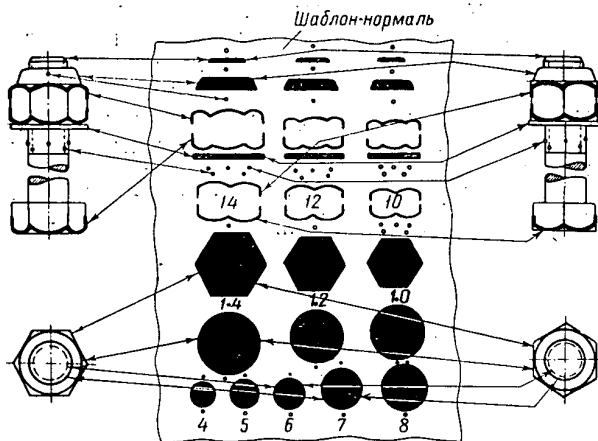


Фиг. 6. Вычерчивание стандартного шрифта, размеров трафарета, зон, стрелок сечений, чистоты обработки, месторасположения клейма, позиции входящих деталей и радиусов закруглений.

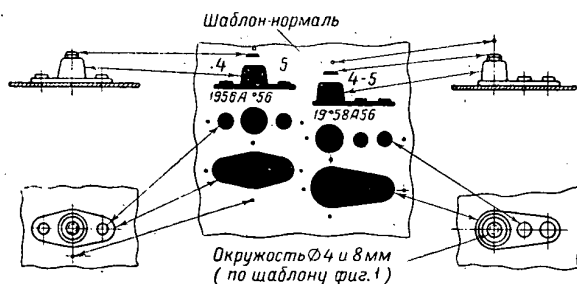
2. отверстия диаметром 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18 и 20 мм;
3. закругления радиусом 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10 мм;
4. болты, гайки и шайбы в различных проекциях диаметром 4, 5, 6, 8, 10, 12 и 14 мм;
5. заклепки с полукруглыми, плосковыпуклыми и потайными (90 и 120°) головками диаметром 3; 4 и 5 мм;
6. различные анкерные гайки (в масштабах 1:1 и 1:2);



Фиг. 7. Вычерчивание условных обозначений.



Фиг. 8. Вычерчивание болтов и гаек с помощью шаблона-нормали.



Фиг. 9. Вычерчивание анкерных гаек с помощью шаблона-нормали.

7. условные обозначения клеймения ОТК деталей и узлов;
 8. условные обозначения чистоты обработки поверхности;
 9. стрелки разрезов, сечений и направлений полета (НП);
 10. нормальный шрифт № 8 и обозначения масштабов $M1 : 1$; $M1 : 2$; $M1 : 2,5$; $M1 : 5$.
- Такой шаблон используется и в качестве масштабной линейки длиной 250 мм.
- С помощью прозрачного шаблона в форме треугольника (см. фиг. 2) выполняются:
1. полуокружности радиусом 4; 5; 6; 7; 7,5; 8; 9; 10; 15 и 20 мм;
 2. углы от 0 до 90°;
 3. условные обозначения чистоты обработки поверхности, электроарматуры и др.;
 4. штриховка сечений и разрезов;
 5. сеточные деления;
 6. нормальные шрифты 6, 8, 10, 15, 20 и 28;
 7. условные обозначения маркировки изделий;
 8. стрелки направлений полета (НП);
 9. уклоны 1 : 10 и 1 : 20.

Примеры использования шаблонов при изготовлении чертежей приведены на фиг. 6, 7, 8, 9.

Существенное значение имеют точки на шаблонах, которые в процессе работы должны совмещаться с осевыми линиями.

Графические работы, выполненные при помощи прозрачных шаблонов, обычно отличаются высокой точностью, которая зависит от качества шаблонов.

При изготовлении шаблонов на все отверстия и внутренние радиусы дается допуск от $+0,25$ до $+0,5$ мм, а на наружные радиусы — допуск от $-0,25$ до $-0,5$ мм.

Выводы

Прозрачные шаблоны-нормали освобождают конструкторов и чертежников от утомительного труда по разыскиванию необходимых размеров в нормальных и упрощают нанесение их на чертежах, что значительно улучшает условия работы и повышает производительность труда.

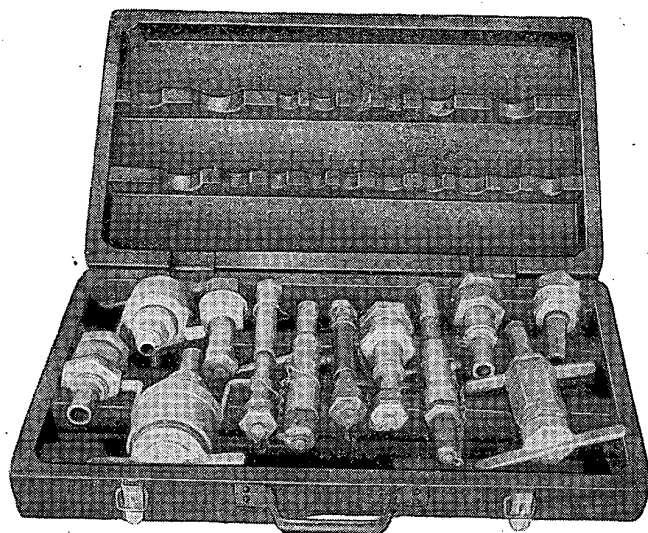
Прозрачные шаблоны-нормали изготавливаются в необходимом масштабе, обеспечивают высокую степень точности и идентичности изображений, устраняют ошибки, возможные при обычном вычерчивании по размерам нормалей.

Шаблоны-нормали могут быть также разработаны на различные нормальные детали, готовые изделия, стандартные приборы, арматуру и другое оборудование, часто встречающееся в проектируемых конструкциях. Подобные шаблоны могут во много раз облегчить их изображение на чертежах.

Повышать удобство технического обслуживания самолетов

А. М. САПОНОВ

Унификация узлов сопряжения самолетов со средствами их наземного обслуживания



Комплект переходников к шлангам гидроустановки УПГ-63.

Удобство технического обслуживания самолетов оказывает существенное влияние на боевую готовность авиационных частей.

Продолжительность подготовки самолетов к повторным вылетам в значительной степени зависит, с одной стороны, от того, насколько совершенны средства аэродромного обслуживания, с другой — от того, насколько в конструкции самолетов продуманы вопросы удобства технического обслуживания.

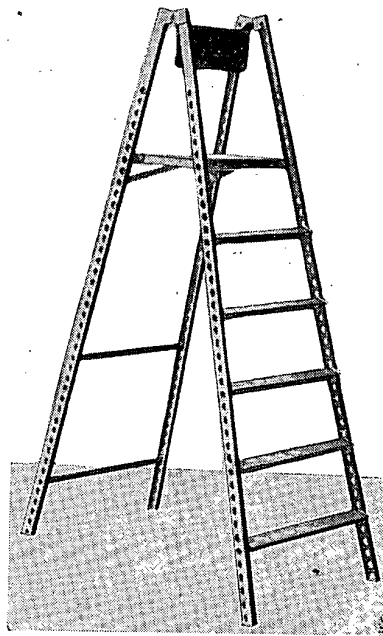
Следует отметить, что при техническом обслуживании существующих самолетов в аэродромных условиях приходится сталкиваться с рядом неудобств. В частности, до настоящего времени многие самолеты не имеют унифицированных узлов, сопрягаемых со средствами аэродромного обслуживания. Например, существует много разных типов бортовых разъемных клапанов гидросистем, к которым присоединяются шланги наземных гидроагрегатов с одинаковыми или незначительно отличающимися друг от друга проходными сечениями, а конструкция мест сопряжения с наземными средствами в этих клапанах различна.

Всасывающий бортовой разъем (чертеж № ИЛ-40 5562-0) с проходным сечением диаметром 22 мм имеет соединительный штуцер с трехзаходной резьбой диаметром 60 мм и шагом 1,5 мм, а всасывающий бортовой разъем (чертеж № 671400) с сечением такого же диаметра имеет соединительный штуцер с однозаходной резьбой диаметром 60 мм и шагом

2 мм. Подобных примеров можно привести немало. Такой разнородностью не позволяет использовать одни и те же наземные гидроагрегаты для обслуживания различных самолетов. Поэтому к наземным гидроагрегатам приходится изготовлять большое количество сложных переходников, что, кроме неудобств в эксплуатации, приводит к совершенно необоснованному значительному расходу. На фигуре в начале статьи показан комплект таких переходников к одному из наземных гидроагрегатов (УПГ-63).

Так же обстоит дело и с другими узлами самолетов, сопрягаемыми с наземными средствами.

Для устранения такого положения необходимо унифицировать бортовые гидравлические разъемные клапаны; бортовые электроразъемы; штуцеры для подсоединения наземных средств проверки герметичности кабин самолетов; такелажные узлы для подъема отдельных частей самолетов; узлы подсоединения буксировочных средств; штуцеры слива топлива и масла; горловины для заправки самолетов топли-



Фиг. 1. Стремянка, изготовленная из полукоробчатого проката со штампованными отверстиями.

вом под давлением; штуцеры заправки самолетов газообразным и жидким кислородом; узлы для подъема самолетов подъемниками; штуцеры подсоедине-

ния наземных средств кондиционирования воздуха в кабинах и др.

Нужно разработать унифицированные узлы, изготовить опытные образцы, провести их испытание и ввести нормы, обязательные для всех конструкторских бюро и заводов. При унификации узлов пассажирских самолетов международных авиалиний необходимо предусмотреть возможность их обслуживания на аэродромах за границей. Для этого наши нормы должны быть увязаны с зарубежными.

Наряду с унификацией самолетных узлов, сопрягаемых с наземными средствами, очень важно разработать унифицированное наземное оборудование, поставляемое вместе с самолетами, тем более, что целый ряд образцов такого оборудования имеет одинаковое назначение и мало отличается друг от друга по своим техническим данным. В то же время разнотипность одноименных образцов крайне велика. Так, например, существует более 50 различных типораз-

меров стремянок, которые с успехом можно заменить 12—15 унифицированными. Аналогичное положение и с другими образцами наземного оборудования. Отдельные общие узлы его (колеса, сцепные устройства и др.) также необходимо унифицировать.

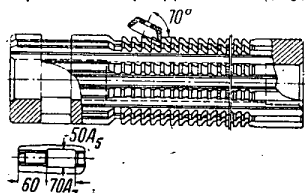
Для удобства эксплуатации и снижения расхода металла большое внимание следует уделять снижению веса наземного оборудования. Значительный эффект здесь может дать использование проката экономичных профилей. Так, например, для стремянок, трапов, лестниц и т. п. целесообразно применять профили полукоробчатого типа с отверстиями. Изготовленные из них стремянки (фиг. 1) значительно легче стремянок с такими же техническими данными, выполненных из труб.

Уменьшение веса наземного оборудования значительно облегчает перебазирование авиационных частей как наземным транспортом, так и самолетами.

В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Комбинированная калибрующая шлицевая протяжка

На Уралмашзаводе шлицы нарезают комбинированными калибрующими протяжками, работающими по методу бокового резания. Каждый шлицевой паз предва-

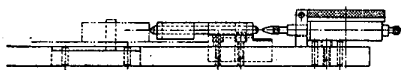


рительно обрабатывают шпоночной протяжкой в адаптере одностороннего деления.

В отличие от обычных, калибрующая шлицевая протяжка выполнена в виде трубы без хвостовика и снабжена зубьями для бокового резания, в результате чего она имеет меньшую длину.

Прибор для контроля копия профиля кулачка

С помощью прибора можно определить любую точку кривой профиля шаблона копия для токарной обработки кулачка детали. Для измерения шаблон копия соединяют с шаблоном кулачка. Соединительный центральный штифт, выступающий на 8—10 мм, помещают



в прорезь окна между планками. Затем оба шаблона подают вперед на ролик и устанавливают в упор тот участок профиля шаблона кулачка, который обрабатывался от центра вращения оси кулачка.

Участок профиля шаблона копия, обработанный и

Режущая часть ее разделена на две части: первые 12 зубьев, имеющие на боковых сторонах режущую кромку, обрабатывают боковые стенки паза; остальные 12 зубьев калибруют впадины шлицев по высоте. Зубья обрабатывают шлифовальным кругом чашечной формы на универсально-заточном станке со смещением центров на соответствующую величину. Передний угол, равный 10°, затачивают также на заточном станке чашечным кругом, причем одновременно образуются две режущие кромки. Калибрующая протяжка предназначена для работы на горизонтально-протяжном станке с тяговым усилием 100 т.

По материалам ВПТИ Министерства тяжелого машиностроения СССР и Всесоюзной промышленной выставки, 1957. Публикуется в сборнике «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», Оборонгиз, 1958, вып. 1.

измеренный от центра оси вращения, до установки в прибор шлифуют на плоскошлифовальном станке с помощью синусного кубика, чтобы иметь исходную базу для измерения кривой профиля. Когда шаблон установлен, штифт одним (острым) концом соприкасается с шаблоном кулачка, а другим — с измеряемым штифтом индикатора. При поворачивании вправо и влево шаблонов, прижатых к ролику, стрелки индикатора указывают место, с которого необходимо снять металл.

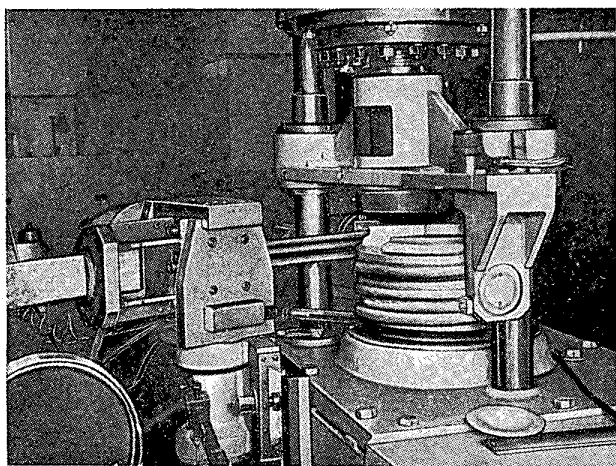
По материалам ВПТИ Министерства транспортного машиностроения СССР, «Обмен техническим опытом», 1955, вып. 65. Публикуется в сборнике «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», Оборонгиз, 1958, вып. 1.

ТЕХНОЛОГИЯ

Изготовление крупногабаритных радиально-гофрированных труб

Канд. техн. наук Е. С. СИЗОВ, А. Т. КОПОТОВ, Р. Х. БАЙТЕРЯКОВ и В. И. МЕЛЬНИКОВ

Новое оборудование и результаты исследования процесса изгиба профилированной ленты



Профилировочно-гибочный станок для изготовления радиально-гофрированных труб.

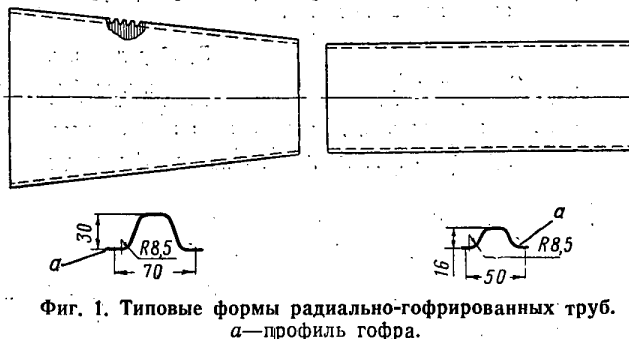
Тонкостенные радиально-гофрированные цилиндрические трубы широко применяются в самолетостроении, а также во многих других отраслях машиностроения. За последние годы габаритные размеры этих труб резко возросли; повысились также требования к точности их изготовления и равномерности толщины стенки. В настоящее время получают распространение цилиндрические, конические и оживальной формы радиально-гофрированные трубы диаметром 1,5—2,5 м и толщиной 0,4—1,5 мм, выполненные из нержавеющей жаропрочных сталей, а также из титановых сплавов. Так, например, в конструкции одного из отечественных летательных аппаратов использованы радиально-гофрированные трубы, типовые формы которых показаны на фиг. 1.

В связи с изложенным возникла необходимость в разработке способов и средств изготовления крупно-

габаритных радиально-гофрированных труб цилиндрической, конической или оживальной формы и в проведении теоретических и экспериментальных исследований с тем, чтобы можно было спроектировать оборудование для их серийного производства.

Следует отметить, что как в отечественной, так и в зарубежной технической литературе этот вопрос почти не освещен. Американская фирма Chance Vought Aircraft для газовых турбин применяет цилиндрические гофрированные трубы диаметром до 1 м. Эти трубы изготавливают на станках фирмы Niagara. При использовании нержавеющей сталей и листов из титанового сплава RC-70 толщиной 0,3 мм часть материала, образующую гофр, выдавливают роликами внутрь трубы, либо наружу.

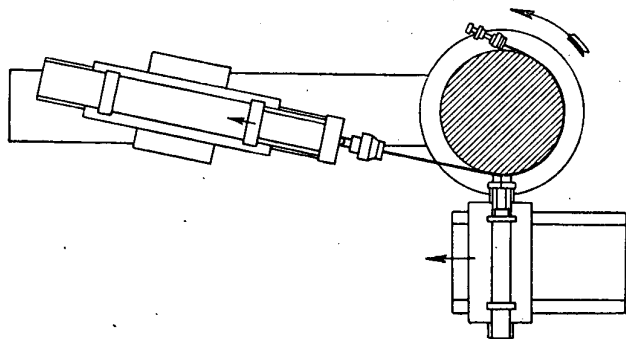
Фирма Solar Aircraft выпускает радиально-гофрированные трубы диаметром от 12 мм до 8 м. Несмотря на отсутствие сведений о технологии изготовления и оборудовании можно предположить, что эта фирма при производстве крупногабаритных труб, вероятно, широко применяет роликовые станки. Однако



Фиг. 1. Типовые формы радиально-гофрированных труб.
а—профиль гофра.

использование таких станков для гофрирования предварительно сваренных из листа труб не обеспечивает высокой точности деталей и сопряжено с чрезвычайно трудоемкими операциями.

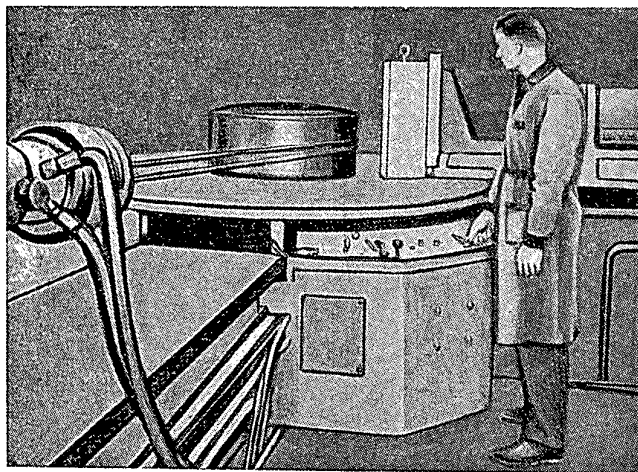
Одним из наиболее рациональных является способ изготовления крупногабаритных труб, основанный на предварительном профилировании металлической ленты в прямолинейный гофр и последующей навивке ее под натяжением на вращающуюся оправку.



Фиг. 2. Принципиальная схема станка фирмы Sirel Bass.

В этом отношении интересен станок фирмы Sirel Bass (фиг. 2), предназначенный для изгиба профилей с растяжением по оправке, установленной на вращающемся столе. Концы предварительно спрофилированной ленты зажимают с помощью устройств, смонтированных на вращающемся столе и на гидравлическом растяжном цилиндре. Затем, используя растягивающее устройство, в заготовке создают натяжение.

Боковой прижим, расположенный под прямым углом к оси заготовки, под воздействием гидроцилиндра перемещается по направлению к заготовке

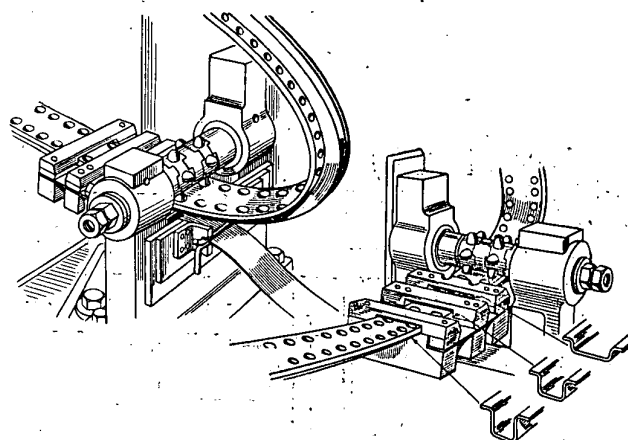


Фиг. 3. Изготовление кольца диаметром 214 мм на станке фирмы Sirel Bass.

и плотно прижимает ее к оправке. Далее приводят во вращение стол станка. В процессе изгиба ленты растягивающее и калибрующее усилия остаются постоянными. При вращении стола и укрепленной на нем оправки заготовка наматывается на оправку по винтовой линии.

На фиг. 3 показано образование на станке фирмы Sirel Bass кольца диаметром 214 мм, предназначенного для газовой турбины. На станках этого типа можно изготавливать отдельные витки спирали из предварительно спрофилированной металлической ленты, длина которой не превышает длины рабочего хода гидравлического цилиндра растягивающего устройства.

Оригинальный способ профилирования предложен фирмой Fairey Aviation. Ею выпущен станок для изготовления изогнутых профилей (фиг. 4), принцип работы которого состоит в том, что на металлическую оправку с отверстием под цевочное зацепление, вращаемую при помощи вала с шипами, наматывается под натяжением металлическая лента; последнюю предварительно профилируют в фильерах, соединенных гибкой связью. Ленту профилируют постепенно, а затем изгибают под натяжением по оправке. Недостатками указанной схемы являются конструктивная



Фиг. 4. Принципиальная схема работы станка фирмы Fairey Aviation.

сложность профилирующих фильеров, невозможность создания необходимого и постоянного натяжения ленты при наматывании ее на оправку, а также сложность заправки ленты в фильеры.

Ленту можно было бы профилировать посредством нескольких пар роликов (как это предусмотрено, например, в станке конструкции инж. В. Н. Красавина для гибки металлических шлангов); однако необходимость создания определенного натяжения при наматывании ленты на оправку приводит к усложнению такого устройства.

На фиг. 5 показана конструкция экспериментального профилировочно-гибочного станка, разработанного НИАТ, а на фиг. 6 — его гидравлическая схема. Станок состоит из профилирующего устройства, калибрующего устройства, подъемного устройства и вращающегося стола, на котором с помощью шпилек и гаек крепится оправка. Станок (см. фигуру в начале статьи) работает следующим образом.

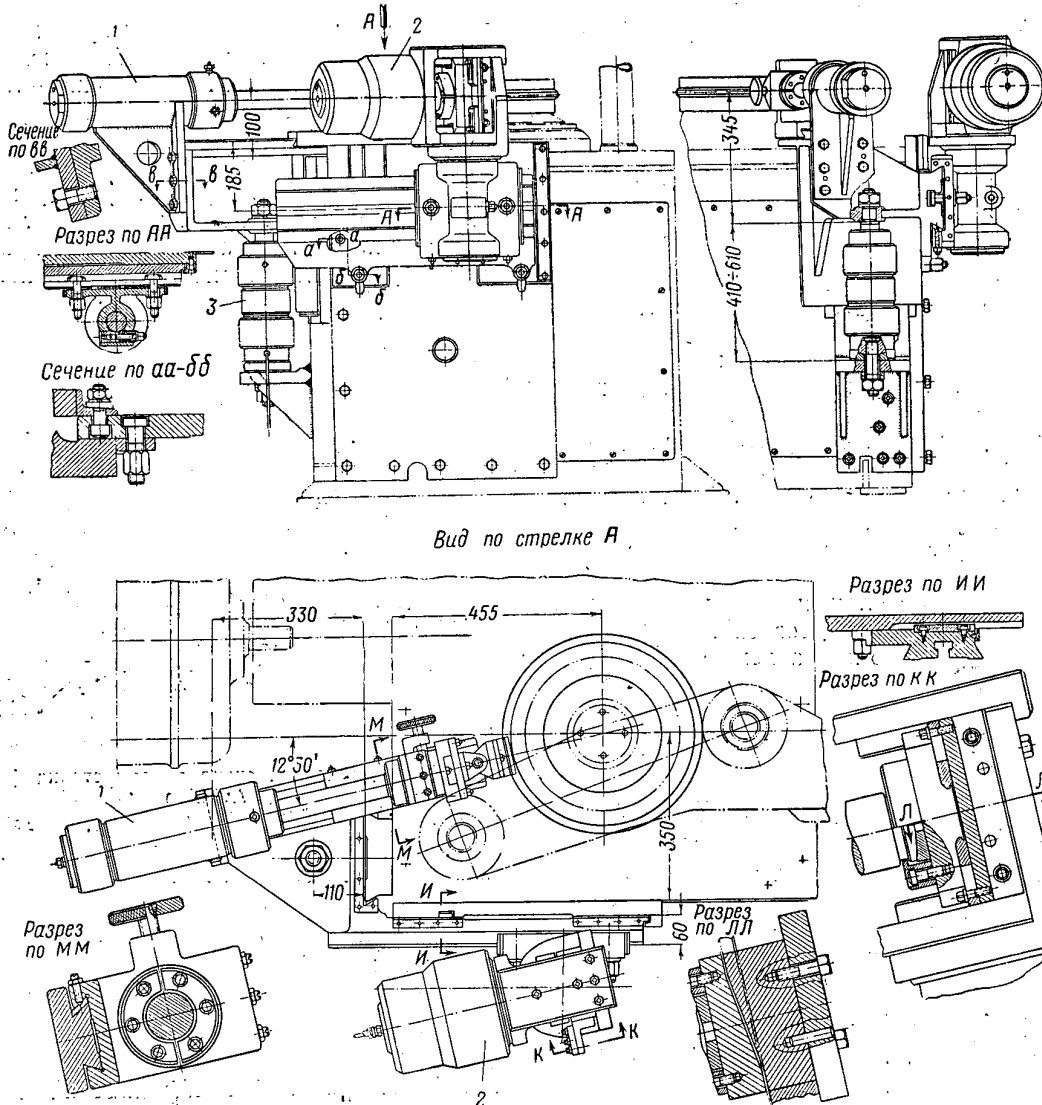
При протягивании через профилирующий фильер (фиг. 7) с постепенно увеличивающимся углом наклона боковых стенок гофра металлическая лента преобразуется в прямолинейный гофр. Для профили-

рования можно также применить фильер с постепенно увеличивающейся высотой гофра (в этом случае расстояние между радиусами закругления остается постоянным). На фиг. 8 показаны применяемые пуансоны.

На выходе из фильера (так же как и на входе в него) прямолинейный гофр центрируют планками, прикрепленными к нижней части фильера. При нама-

необходимости это усилие можно увеличить до 40 т за счет нагнетания жидкости под давлением до 200 кг/см^2 ; для этого используют насосную станцию высокого давления с мультипликатором.

Давление жидкости до 65 кг/см^2 регулируется в формующем цилиндре клапаном дистанционного регулирования, а от 65 до 200 кг/см^2 — регулирующим клапаном насосной станции.



Фиг. 5. Конструкция экспериментального профилировочно-гибочного станка, разработанного НИАТ.

1, 2, 3 — соответственно калибрующее, профилирующее и подъемное устройства.

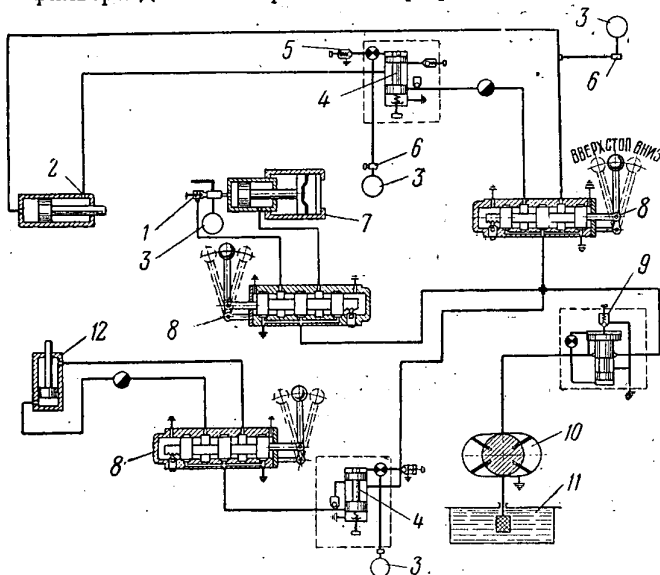
тывании гофра на вращающуюся оправку необходимое натяжение в нем создается силами трения между заготовкой и фильером, возникающими при зажиме заготовки в профилирующем устройстве.

Диаметр формующего цилиндра в этом устройстве равен 150 мм; рабочий ход поршня 40 мм. Жидкость под давлением до 65 кг/см^2 подается из маслобака через реверсивный золотник в полость цилиндра; усилие прижима заготовки составляет 13 т. В случае

При наматывании ленты на оправку спрофилированный материал дополнительно калибруют по оправке с помощью прижимного цилиндра калибрующего устройства, развивающего усилие до 7 т.

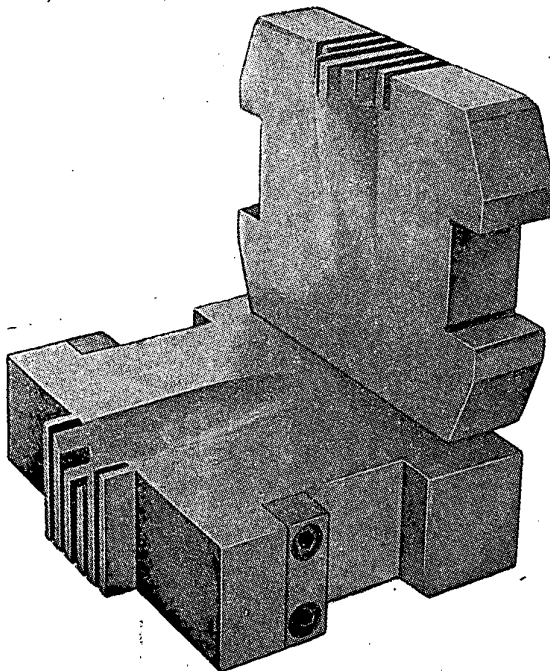
Подъемное устройство предназначено для обеспечения наматывания спрофилированного материала по винтовой линии на объемную оправку. Перед наматыванием ленту необходимо спрофилировать в прямолинейный гофр, длина которого должна быть,

очевидно, равна расстоянию от профилирующего фильера до места крепления профиля на оправке.



Фиг. 6. Гидравлическая схема профилировочно-гибочного станка, разработанного НИАТ.

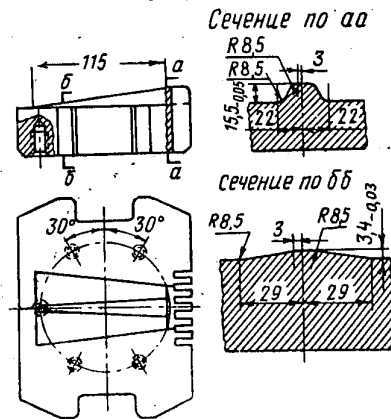
1—перепускной вентиль; 2—цилиндр прижима; 3—манометр; 4—золотник с обратным клапаном; 5—клапан дистанционного регулирования давления; 6—запорный вентиль; 7—формующий цилиндр; 8—реверсивный золотник; 9—предохранительный клапан; 10—насос; 11—маслобак; 12—цилиндр подъема.



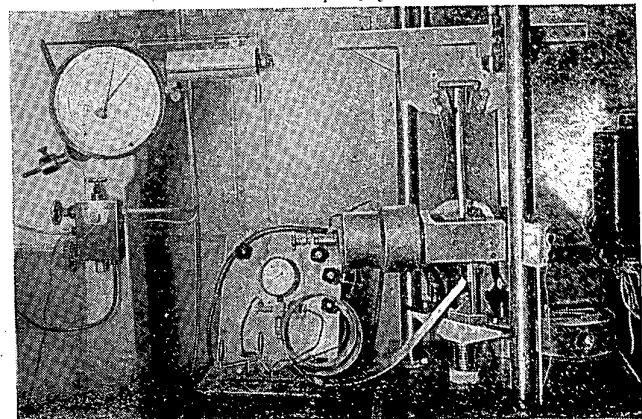
Фиг. 7. Профилирующий фильер с постепенно увеличивающимся углом наклона боковых стенок гофра.

Прямолинейный участок гофра образовывали на универсальной испытательной машине ИМЧ-30 (фиг. 9); для этого формующий цилиндр с профилирующим фильером снимали со станка и устанавлива-

ли на машине, закрепляя на ее нижней траверсе кронштейном. После вытягивания прямолинейного участка к концу гофра приваривали аргоно-дуговой сваркой изогнутую пластинку с тремя отверстиями под болты крепления (фиг. 10). Подготовленную таким образом заготовку крепили к оправке с помощью



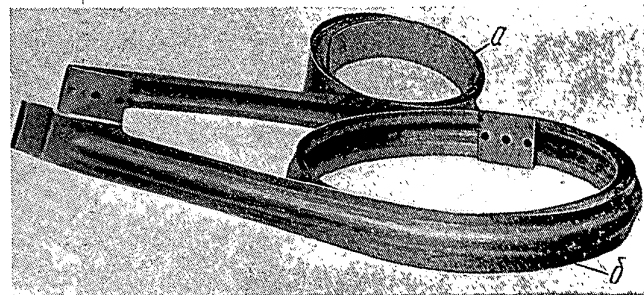
Фиг. 8. Пуансоны профилирующих фильеров.



Фиг. 9. Образование прямолинейного участка гофра на машине ИМЧ-30.

вкладыша и трех болтов (фиг. 11), причем рабочий контур вкладыша соответствовал контуру оправки.

Сложность профилирования и изгиба металлической ленты, а также отсутствие в технической лите-

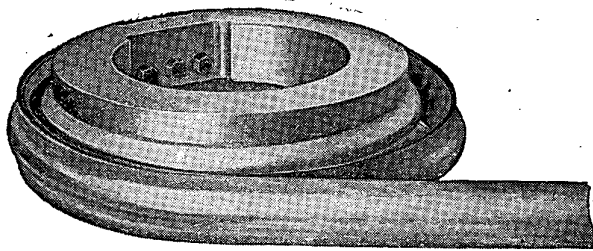


Фиг. 10. Металлическая лента.

а — с приваренной пластинкой для крепления к оправке; б — спрофилированная и изогнутая.

ратуре сведений о технологических особенностях и возможностях этого процесса привели к необходимости постановки экспериментальных работ и теоретических исследований. Ниже приведены некоторые результаты этих исследований.

Пружинение. Изгиб профилированной ленты при наматывании ее на вращающуюся оправку (фиг. 12) происходит под действием изгибающего момента, создаваемого усилием калибровки N и силами трения T_1 и T_2 .



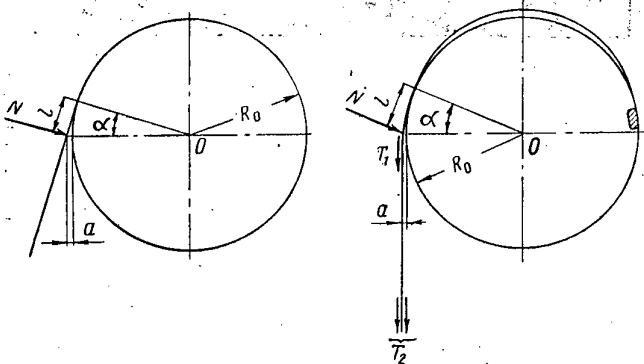
Фиг. 11. Спрофилированная и изогнутая металлическая лента, прикрепленная к оправке.

Остаточный радиус $R_{ост}$ изогнутого профиля при полной разгрузке согласно теореме о разгрузке* определяется по формуле

$$\frac{1}{R_{ост}} = \frac{1}{R} - \frac{M_p}{EJ},$$

где $R_{ост}$ — радиус профиля после разгрузки;
 R — радиус профиля под нагрузкой;
 M_p — момент, действующий при разгрузке;
 E — модуль упругости первого рода;
 J — момент инерции изгибаемого профиля относительно горизонтальной оси, проходящей через центр тяжести профиля.

В зависимости от соотношения усилий N , T_1 и T_2 могут иметь место четыре схемы распределения на-



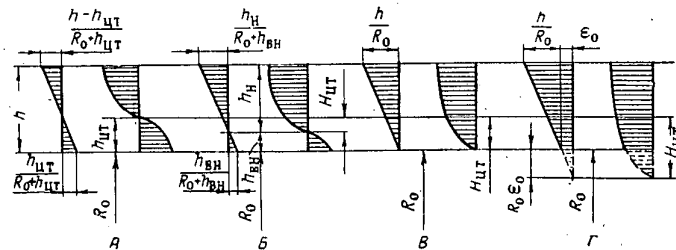
Фиг. 12. Схема изгиба профилированной металлической ленты при наматывании ее на вращающуюся оправку.

N — усилие, возникающее при калибровке; l — длина плеча;
 a — расстояние между точкой приложения усилия N и контуром оправки; α — угол между линиями, соединяющими центр оправки с точкой приложения усилия калибровки N и с точкой соприкосновения изгибаемого профиля с оправкой; R_0 — радиус оправки; T_1 — сила трения, возникающая при калибровке профилированной ленты; T_2 — сила трения (усилие вытягивания), возникающая при профилировании ленты.

* А. А. Ильющин. Пластичность. Гостехиздат, 1948.

пряжений и деформаций по сечению изгибаемого профиля (фиг. 13), по которым можно определить момент M_p , а следовательно, и $R_{ост}$.

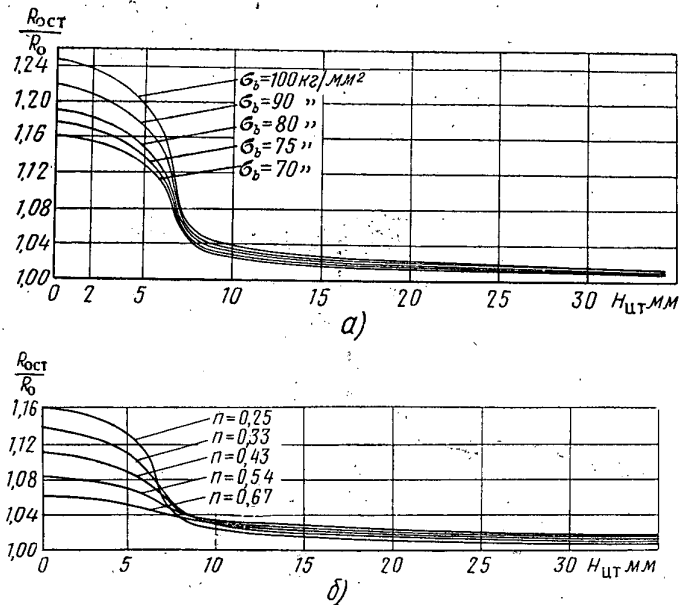
1) Схема А. Согласно этой схеме $h_{вн} = h_{ц.т}$ или $H_{ц.т} = 0$, т. е. поверхность, пересекающая не изменяю-



Фиг. 13. Схемы распределения напряжений и деформаций по сечению изгибаемого профиля.

h — высота профиля гофра; $h_{ц.т}$ — расстояние между основанием и центром тяжести профиля; $h_{вн}$ — расстояние между основанием профиля и нейтральной поверхностью; h_n — расстояние между наружным контуром профиля и нейтральной поверхностью; ϵ_0 — степень предварительной деформации основания профиля.

щется по длине волокна, или нейтральная поверхность, находящаяся на расстоянии $h_{вн}$ от основания изгибаемого профиля, проходит через центры тяже-



Фиг. 14. Зависимость относительного радиуса $R_{ост}/R_0$ от изменения расстояния $H_{ц.т}$ между нейтральной поверхностью и центром тяжести изгибаемого профиля.

а — при $\nu = 0,25 = \text{const}$; б — при $\sigma_s = 90 \text{ кг/мм}^2 = \text{const}$.

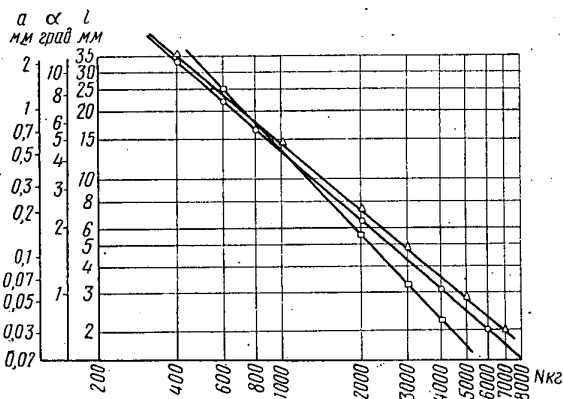
сти этого профиля, расположенные на расстоянии $h_{ц.т}$ от его основания.

2) Схема Б. В данном случае $0 < h_{вн} < h_{ц.т}$ или $0 < H_{ц.т} < h_{ц.т}$, т. е. поверхность, пересекающая не изменяющиеся по длине волокна, находится между центром тяжести сечения изгибаемого профиля и его основанием.

3) Схема В. Здесь $h_{вн} = 0$ или $H_{ц.т} = h_{ц.т}$, т. е. нейтральная поверхность проходит через основание профиля.

4) Схема Г. При этой схеме $H_{ц.т.} > h_{ц.т.}$, т. е. нейтральная поверхность изгибаемого профиля расположена вне его сечения.

На фиг. 14 представлена зависимость относительного радиуса $R_{ост}/R_0$ от изменения расстояния $H_{ц.т.}$ между нейтральной поверхностью и центром тяжести изгибаемого профиля при $n=\text{const}$ ($\sigma_b=\text{var}$) и при $\sigma_b=\text{const}$ ($n=\text{var}$). (Под величиной n понимается отношение $n = \frac{\psi_p}{1-\psi_p}$, где ψ_p — относительное сужение материала при разрушении.)



Фиг. 15. Зависимость зазора a , угла α и длины плеча l от усилия калибровки N .

— Δ — $l=f(N)$; — \circ — $\alpha=f(N)$; — \square — $a=f(N)$.

Характерно, что при $n=\text{const}$ значения относительного радиуса во всем диапазоне изменения $H_{ц.т.}$ тем больше, чем выше предел прочности деформируемого материала. Изменение же этого радиуса в зависимости от $H_{ц.т.}$ для различных значений n при $\sigma_b=\text{const}$ носит другой характер: при удалении нейтральной поверхности от центра тяжести сечения изгибаемого профиля значения относительного радиуса уменьшаются. Однако снижение $R_{ост}/R_0$ происходит интенсивнее для материалов, характеризующихся меньшим значением n ; поэтому уже при $H_{ц.т.} \geq h_{ц.т.}$ для подобных материалов значения $R_{ост}/R_0$ становятся соответственно меньше, в то время как при $H_{ц.т.} < h_{ц.т.}$ имело место противоположное явление — для материалов с меньшими n значения $R_{ост}/R_0$ были соответственно больше.

Устойчивость. При изгибе спрофилированного материала в процессе наматывания его на вращающуюся оправку возможна потеря устойчивости полок профиля, находящихся под действием сжимающих напряжений. На фиг. 15 представлена (в логарифмических шкалах) зависимость зазора a , угла α и длины плеча l от усилия калибровки N .

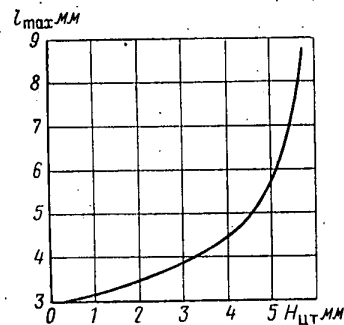
Эта зависимость рассчитана применительно к схеме А, показанной на фиг. 13. Вполне очевидно, что при малых усилиях калибровки длина плеча будет настолько велика, что сжимающие напряжения в полках профиля приведут к складкообразованию. Борьбу с этим явлением можно вести путем увеличения усилий калибровки и создания растягивающих усилий T_1 и T_2 , обеспечивающих перевод всего сечения профиля в зону растяжения.

На фиг. 16 показана зависимость максимальной длины плеча l_{\max} (когда не происходит складкообразования) от изменения расстояния $H_{ц.т.}$ между нейтральной поверхностью и центром тяжести изгибаемого профиля. Согласно этому графику дополнительные растягивающие напряжения и деформации при изгибе профиля, приводящие к росту $H_{ц.т.}$, увеличивают максимальную длину плеча, что дает возможность снизить усилие калибровки при $0 < H_{ц.т.} < h_{ц.т.}$.

Если же $H_{ц.т.} \geq h_{ц.т.}$, то изгиб профилированного материала по вращающейся оправке рассматриваемым способом можно осуществлять только за счет растягивающих усилий T_2 , возникающих при профилировании металлической ленты в профилирующем устройстве.

Трение. Во время профилирования ленты и последующего изгиба ее по вращающейся оправке деформируемый материал находится под действием высоких контактных давлений со стороны формоизменяющего инструмента. При перемещении материала относительно этого инструмента возможны заедания и рывки; сила трения претерпевает резкие изменения, и на поверхности инструмента образуются наросты, вызывающие глубокие царапины на деформируемом материале, а иногда и разрушение последнего. С этими явлениями можно бороться, выбирая такие смазки и такой материал формоизменяющего инструмента, которые обеспечат хорошее качество обработки материала и относительно постоянные значения сил трения в процессе формообразования. В связи с изложенным были предприняты опыты по установлению влияния сил трения, обусловливаемых отмеченными выше факторами.

Ниже кратко описаны основные опыты, выполненные в лабораторных и производственных условиях.

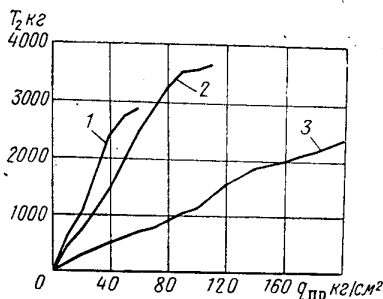


Фиг. 16. Зависимость максимальной длины плеча l_{\max} от изменения расстояния $H_{ц.т.}$ между нейтральной поверхностью и центром тяжести изгибаемого профиля.

Первая серия опытов проводилась на испытательной машине ИМЧ-30 с целью определения зависимости усилия вытягивания металлической ленты от усилия прижима ее в профилирующем фильере. Для этого ленту пропускали через установленный на машине фильер с формующим цилиндром; верхний конец ленты крепился к подвижной траверсе машины. Как и в станке НИАТ, натяжение в деформируемом профиле при вытягивании его из профилирующего

щего фильера создается силами трения, возникающими при зажиме заготовки усилием со стороны формирующего цилиндра.

Как видно из фиг. 17, усилие вытягивания ленты из профилирующего фильера с достаточной точностью можно считать линейно зависящим от давления жидкости в формирующем цилиндре, если применяются парафин, лак 9-32 или же этот лак с машинным маслом.



Фиг. 17. Зависимость усилия вытягивания T_2 металлической ленты от давления жидкости $q_{пр}$ в формирующем цилиндре.

1—лак 9-32; 2—лак 9-32 с машинным маслом; 3—парафин.

Таким образом, изменяя давление жидкости в формирующем цилиндре, можно менять в широком диапазоне усилие вытягивания ленты из фильера, а следовательно, и усилие натяжения ленты при наматывании ее на вращающуюся оправку.

Вторую серию опытов вели на профилировочно-гибочном станке с целью определения зависимости остаточного радиуса после наматывания спрофилированной металлической ленты от силового режима формообразования.

Очевидно, что натяжение $T = T_1 + T_2$ в ленте (см. фиг. 12) вызывает изменение расстояния нейтральной поверхности от центра тяжести сечения изгибаемого профиля, что в свою очередь приводит к изменению остаточного радиуса. Чем меньше натяжение профиля при наматывании его на вращающуюся оправку, тем больше этот радиус. При радиусе оправки, равном 185 мм, остаточный радиус изменялся в пределах 225—189 мм, в зависимости от силового режима при наматывании профиля, а относительный радиус — от 1,24 до 1,05 мм, что соответствует данным, приведенным на фиг. 14, а (для материала с $\sigma_b = 90$ кг/мм² и $n = 0,25$). Таким образом, для уменьшения пружинения материала после изгиба следует обеспечивать натяжение профиля, которое создавало бы растягивающие напряжения по всему сечению последнего. Характерно, что при этом достигается не только меньшее пружинение, но и меньшая «размалковка» профиля после изгиба, т. е. отгиб нижних горизонтальных полок от контура оправки.

Третья серия опытов была предпринята с целью определения наименьшего усилия калибровки (при $T_2 < 200$ кг), обеспечивающего предотвращение складкообразования; усилие калибровки в этом случае изменялось от 2000 до 7000 кг. Едва заметные следы образования складок при наматывании профилиро-

ванной ленты на оправку наблюдались при усилии калибровки 3700—4100 кг. В этом случае изгиб ленты происходит при условии

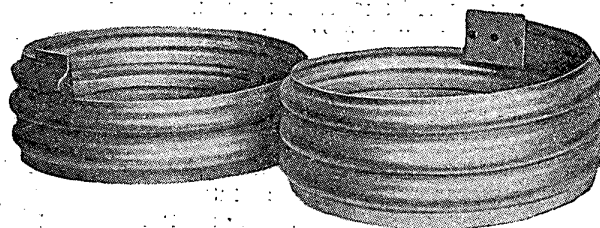
$$T = T_1 + T_2 = 148 + 135 = 283 \text{ кг.}$$

Это усилие практически не вызывает смещения нейтральной линии профиля при изгибе ($H_{ц.т.} \approx 0$); в этом случае максимальная длина плеча, определяемая из условия складкообразования (см. фиг. 16), равна 3 мм. В то же время согласно фиг. 15 усилию $N = 3700—4100$ кг соответствует длина плеча 3,0—3,2 мм. Это показывает достаточное соответствие теоретических и экспериментальных данных.

Явное образование складок наблюдается при $N = 2600—3000$ кг или при $l = 4,6—5,2$ мм.

Характерно, что для устранения складок требуется уже значительно большее усилие калибровки (6000—7000 кг). Объясняется это, вероятно, тем, что потерявший устойчивость изогнутый профиль не обеспечивает достаточной жесткости в зоне соприкосновения изгибаемого профиля с контуром оправки.

В четвертой серии опытов исследовали процессы наматывания профилированной ленты на цилиндрическую и коническую объемные оправки с витками, расположенными по спирали. В этом случае натяжение и изгиб ленты по вращающейся оправке осуществлялись только за счет сил трения, возникающих при вытягивании ее из фильера. Давление жидкости в формирующем цилиндре доводили до 150 кг/см², чему согласно фиг. 17 соответствовало усилие натяжения ~ 2000 кг. Меньшее усилие натяжения обуславливало неполное прилегание обтягиваемого профиля к оправке. Ленту наматывали на оправку, поднимая профилирующее устройство (вместе с калибрующим, которое в этом случае не работало) с помощью подъемного устройства (см. поз. 3 на фиг. 5 и поз. 12 на фиг. 6); скорость подъема устанавливали в соответствии со скоростью вращения стола. В качестве примера на фиг. 18 по-

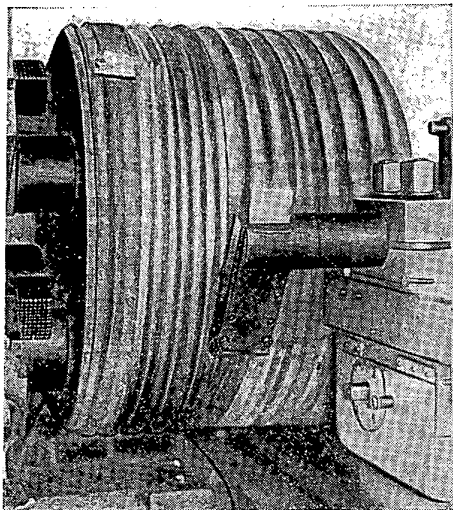


Фиг. 18. Металлическая лента, спрофилированная и изогнутая по объемным оправкам.

казана лента, спрофилированная и изогнутая по объемным оправкам.

Пятая серия опытов проводилась в производственных условиях для выяснения возможности изготовления цилиндрической радиально-гофрированной трубы на токарно-винторезном станке ДИП-650. Для этого на указанном станке была обточена заготовка из склеенной древесины; на полученной оправке нарезали профиль гофра по винтовой линии с шагом

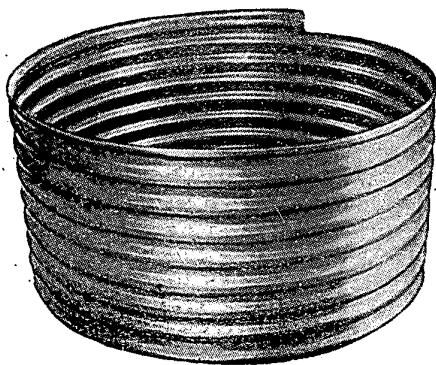
50 мм. В суппорте станка укрепляли шкворень, несущий профилирующий фильер; его пуансон и матрицу стягивали четырьмя болтами, затяжкой которых создавали необходимое натяжение в про-



Фиг. 19. Профилирование и изгиб металлической ленты на токарном станке ДИП-650.

филированной части ленты при наматывании ее на оправку (фиг. 19). Профилирующий фильер был выполнен из бронзы; профилирование осуществлялось без нанесения смазки на ленту. На фиг. 20 показана обечайка, изготовленная на этом станке.

Лабораторные и заводские испытания показали, что способ изготовления крупногабаритных радиально-гофрированных труб посредством наматывания под натяжением профилированной металличе-



Фиг. 20. Обечайка, изготовленная на станке ДИП-650.

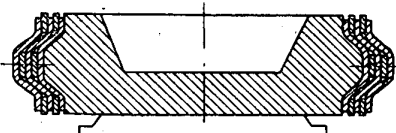
ской ленты на объемную вращающуюся оправку вполне приемлем для получения производственных деталей.

Однако в условиях серийного выпуска этот процесс вызывает необходимость создания специального оборудования или же использования уникальных токарно-винторезных станков; даже при наличии на заводе таких станков применить их для изготовления

радиально-гофрированных труб часто не представляется возможным ввиду перегрузки их механически обрабатываемыми деталями. Следует также отметить, что получение объемных оправок, особенно для крупногабаритных труб конической или оживальной формы, сопряжено с весьма трудоемкими операциями.

С целью упрощения оборудования и оснастки были выполнены еще две серии опытов по профилированию и наматыванию металлической ленты на более простые оправки.

Шестая серия опытов проводилась для установления возможности наматывания ленты на плоскую вращающуюся оправку с наложением спиральных витков друг на друга (фиг. 21). Для этого после наматывания первого витка между прямолинейным участком гофра под калибрующим устройством и первым витком спирали прокладывали две ленты шириной 20 мм, толщиной 0,5 мм и одну ленту шириной 8 мм, той же толщины; более широкие ленты располагали по основанию профиля, а узкую — по его вершине. Толщину промежуточных лент принимали равной толщине профилируемого и изгибаемого материала вследствие того, что угол наклона боковой стенки профиля был равен 60°. В связи с этим тол-



Фиг. 21. Прокладка промежуточных металлических лент между витками спирали.

щина боковой стенки материала составляла по вертикали 1 мм.

Если в этом случае под горизонтальные полки (верхнюю и нижнюю) прокладывать металлические ленты исходной толщины, то боковые стенки последующих витков гофра будут соприкасаться с боковыми стенками предыдущих витков.

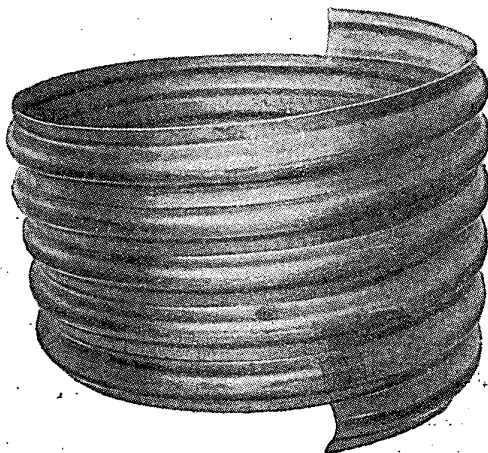
Установлено, что описанный процесс применим для получения плоской профилированной спирали, которая затем может быть развернута в спираль с витками, уложенными по винтовой линии (фиг. 22).

Седьмую серию опытов вели на профилировочно-гибочном штампе (фиг. 23 и 24). Принцип действия штампа аналогичен принципу работы профилировочно-гибочного станка: в профилирующем фильере лента преобразуется в прямолинейный гофр, поступающий далее в формующую часть штампа, в которой профиль зажимается и изгибается под натяжением по обтяжному пуансону.

Формующая часть штампа (см. фиг. 23) состоит из сектора 4, роликов 6 и обтяжного пуансона 3, прикрепленного к сектору 4 болтами и гайками.

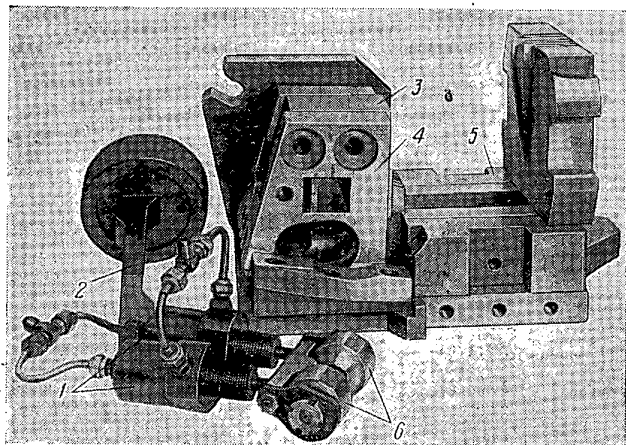
Во время рабочего хода ползуна прессы клин 2 перемещает формующую часть штампа. При этом ролик 6 под действием усилия цилиндров прижима 1 заклиниваются в конусе, образованном поверхностями пуансона 3 и гнезда сектора 4, в результате чего штампуемый материал плотно зажимается между

прижимными роликами и пуансоном 3. Перемещение формующей части штампа в тангенциальном направлении приводит к изгибу с растяжением прямолинейного гофра по поверхности пуансона 3 на участке между прижимным роликом 6 и выходной частью профилирующего фильера 5; одновременно происходит профилирование ленты в этом фильере.



Фиг. 22. Спрофилированная и изогнутая на плоской оправке металлическая лента, витки которой уложены по винтовой линии.

При обратном ходе ползуна пресса нижняя часть клина 2 возвращает формующую часть штампа в исходное положение; при этом заготовка остается неподвижной, так как ролики 6 оттягиваются цилиндрами прижима 1, и штампуемый материал



Фиг. 23. Профилировочно-гибочный штамп (в разобранном виде).

1—цилиндры прижима; 2—клин; 3—пуансон; 4—сектор; 5—профилирующий фильер; 6—ролики.

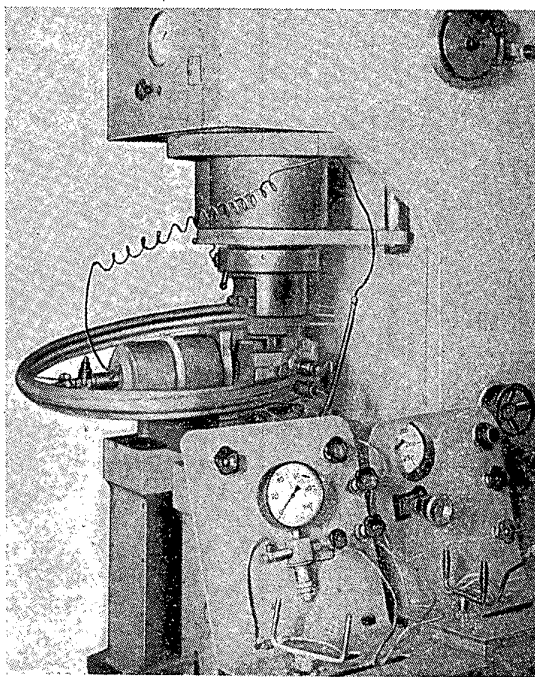
освобождается от действия прижима в формующей части штампа.

Таким образом, за один рабочий ход пресса спрофилированный гофр изгибается на участке такой

длины, на которую рассчитано перемещение формующей части штампа от клина 2.

Для предупреждения складкообразования материала при изгибе прямолинейного гофра по пуансону 3 предусмотрен гребенчатый стык профилирующего фильера 5 с формующей частью штампа, вследствие чего при перемещении последней деформируемый материал остается прижатым в зоне изгиба.

Давление жидкости в формующем цилиндре равнялось 10 кг/см^2 , что соответствовало усилию прижима 2000 кг ($T_2=500 \text{ кг}$); усилие на ролики со стороны цилиндров прижима составляло до 2000 кг .



Фиг. 24. Профилировочно-гибочный штамп.

Весьма интересен тот факт, что остаточный радиус изгиба профиля после штамповки оказывается меньше радиуса оправки обтяжного пуансона. Так, при радиусе оправки 450 мм остаточный радиус получился равным 410 мм . Объясняется это, вероятно, тем, что профиль деформируется в результате действия растягивающих сил, приложенных к двум горизонтальным полкам в зоне контакта роликов с обтяжным пуансоном. Дальнейшее перераспределение напряжений по всему сечению профиля из-за действия этих сил в процессе изгиба является, по-видимому, причиной уменьшения остаточного радиуса профиля после разгрузки. Результаты опытов, проведенных с применением профилировочно-гибочного штампа, позволили разработать следующие рекомендации по его проектированию:

1. Необходим не зависимый от пресса привод (гидравлический или пневмогидравлический) к формующей части штампа.

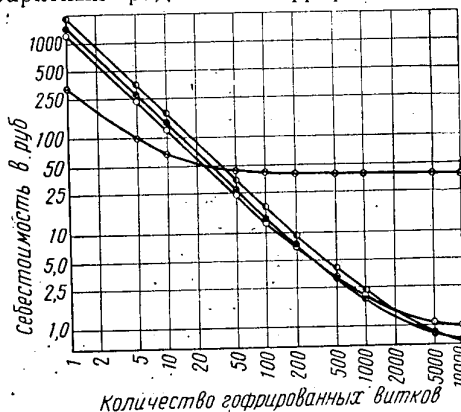
2. Гидравлическая часть штампа должна обеспечивать автоматическое включение и отключение ци-

линдров зажима при рабочем и обратном ходе формирующей части штампа.

3. Следует добиваться простоты переналадки штампа для возможности изгиба профилированной ленты по любому радиусу.

На основании рассмотренного выше при изготовлении крупногабаритных радиально-гофрированных

Фиг. 25. Зависимость себестоимости изготовления одного витка радиально-гофрированной трубы от размера производственного задания. Кружки, состоящие из черной и белой половин, обозначают наматывание на объемную оправку; черные кружки — наматывание на плоскую оправку; белые кружки — профилирование и изгиб в штампе; кружки с черными и белыми секторами — прокатку на роликовом станке.



труб могут быть применены профилирование и изгиб металлической ленты:

а) на роликовых станках типа Буффало (этот способ в настоящее время используется в опытном производстве);

б) на профилировочно-гибочном станке, по плоской оправке, с прокладкой промежуточного материала;

в) на профилировочно-гибочном станке (или на станке типа ДИП-650), по объемной оправке, с витками, расположенными по винтовой линии;

г) на профилировочно-гибочном штампе.

Очевидно, что выбор того или иного технологического процесса, а следовательно, и оборудования, будет обуславливаться как технологическими возмож-

ностями, так и технологической себестоимостью труб.

На фиг. 25 показана зависимость себестоимости изготовления одного витка радиально-гофрированной трубы от размера производственного задания. Как видно из фигуры, себестоимость при использовании роликовых станков значительно выше (в четыре-пять раз), чем на профилировочно-гибочном станке и штампе, при условии изготовления 50 и более витков гофра. Можно считать, что экономический эффект от внедрения новых технологических процессов при серийном выпуске труб будет настолько велик, что затраты, связанные с проектированием и созданием специального оборудования, окупятся, начиная уже с первых изделий. Следует отметить, что качество и точность выполнения труб описываемого вида при применении профилировочно-гибочных устройств значительно выше, чем при использовании роликовых станков.

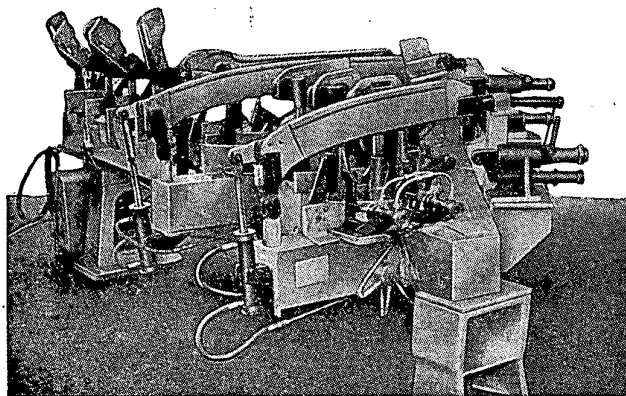
Исследования, проведенные в лабораторных и производственных условиях, показывают, что объединение профилирования и изгиба металлической ленты в единый процесс, выполняемый на профилировочно-гибочных устройствах, является одним из рациональных способов изготовления крупногабаритных радиально-гофрированных труб. Понятно, что процесс выпуска этих труб не заканчивается разработкой технологии профилирования и изгиба металлической ленты на рассмотренных устройствах. Очень важна подготовка к сварке и последующая сварка полученных заготовок, что еще требует проведения исследовательских работ.

Тем не менее в условиях серийного выпуска изделий уже одно только внедрение в производство профилировочно-гибочных устройств позволит значительно снизить трудоемкость изготовления радиально-гофрированных труб, повысит культуру труда и сделает заготовительно-штамповочное производство более гибким, даже при тех способах сварки, которые применяют в настоящее время на заводах.

Механизация сборочной оснастки

В. С. ГАМБАРОВ

Применение гидравлических устройств вместо пневматических



Стапель для сборки кия, оснащенный гидравлическими быстродействующими устройствами.

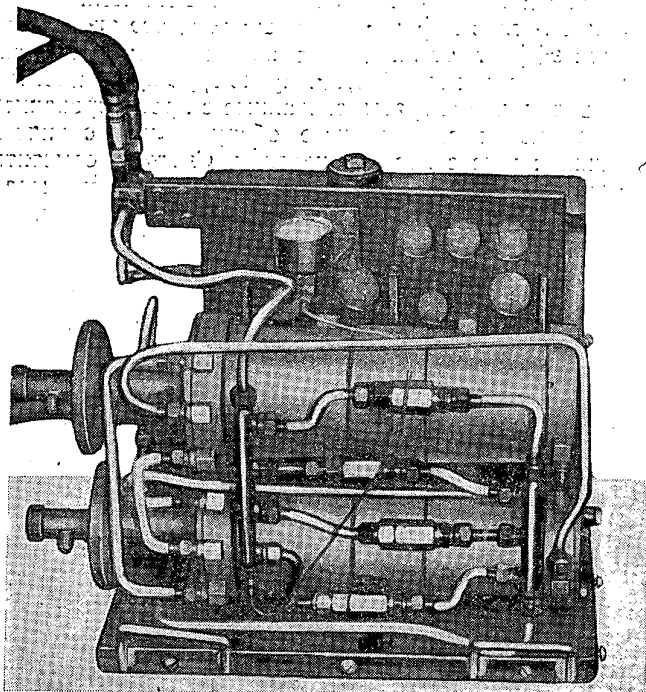
На заводе широкое распространение получили быстродействующие устройства для сборочных приспособлений, позволяющие механизировать операции фиксации и закрепления изделий, подъем рубильников и др.* Всего внедрено около 100 стапелей и сборочных приспособлений с общим количеством 1398 механизированных узлов.

Средства механизации сборочной оснастки разрабатывались в условиях запуска очередного изделия. Это дало возможность сократить сроки изготовления и внедрения новых конструкций. Однако в некоторых случаях в производство запускались конструкции, не

* См. «Авиационная промышленность», 1956, № 7, стр. 18—22.

лишенные отдельных недостатков. Некоторые из них были исправлены в процессе внедрения оснастки, но общие недостатки, характерные для всех пневматических устройств, устранить не удалось. К ним относятся:

а) сравнительно большие габариты и металлоемкость пневмоцилиндров, приводимых в действие



Фиг. 1. Пневмогидропривод ПГП-2.
(Кожух снят).

сжатым воздухом малого давления (в среднем 4 атм);

б) излишняя резкость срабатывания, характерная для механизмов с приводом от пневмоцилиндров;

в) коррозия цилиндров (особенно, если оснастка временно не работает), вызываемая парами воды в сжатом воздухе, поступающем из заводской воздушной сети.

Для того, чтобы ликвидировать эти недостатки, необходимо было отказаться от применения сжатого воздуха. Хотя это наиболее простой и удобный в заводских условиях источник энергии, было решено пневматические устройства заменить гидравлическими.

Осуществление этой задачи началось с разработки наиболее простого и компактного гидропривода. Был создан стапельный пневмогидравлический привод ПГП-2 (фиг. 1), в основу которого легла несколько упрощенная конструкция станочного пневмогидропривода ПГП-1 (НИАТ).

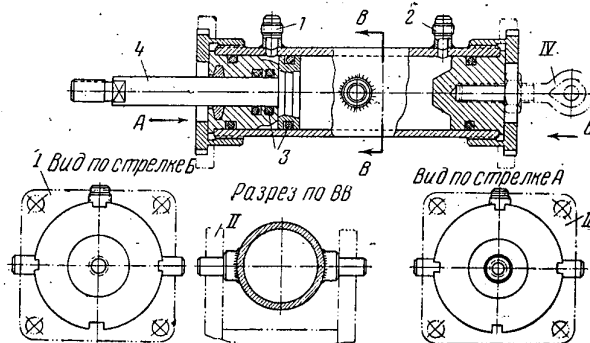
Рабочее давление пневмогидропривода ПГП-2 составляет 16 атм (при 4 атм в воздушной сети); производительность 15 л/мин при встречном давлении 15 атм; габаритные размеры 530×325×475 мм. В качестве рабочей жидкости используется веретенное масло № 3. Приводом ПГП-2 можно обслуживать

как один, так и несколько стапелей и приспособлений.

Следующей задачей была нормализация элементов механизированной сборочной оснастки. Созданные ранее узлы с пневматическими цилиндрами имели высокую стоимость. При переходе на гидравлику этот недостаток устранили за счет нормализации основных элементов силовых узлов (гидроцилиндров, трехходовых кранов, кронштейнов крепления и т. д.). Был утвержден и издан альбом заводских нормалей на элементы механизированной оснастки.*

Нормализация гидроузлов упростила работу конструкторов, позволила ускорить изготовление оснастки и главное — значительно снизить затраты на нее. В качестве примера достаточно привести следующие данные. Раньше пневмогидравлический подъемник рубильников изготовляли за 62 нормочаса, а в настоящее время — за 35 нормочасов. Кроме того, нормализованные узлы можно последовательно использовать на нескольких стапелях и приспособлениях без какой бы то ни было доработки.

На фиг. 2 показан нормализованный гидроцилиндр. Масло подается и отводится через штуцеры 1 и 2. В качестве уплотнения в крышках и поршне употребляются стандартные резиновые кольца 3. На конце штока 4 имеется резьба, что позволяет, если это необходимо, применять различные переходники. Предусмотрены четыре варианта крепления гидроцилиндра к узлу стапеля: I — неподвижное крепление на задний торец; II — подвижное крепление на боковые цапфы цилиндра; III — неподвижное крепление на передний торец; IV — подвижное крепление на хвостовой рым-болт. Крепление на передний и задний



Фиг. 2. Нормализованный гидроцилиндр.

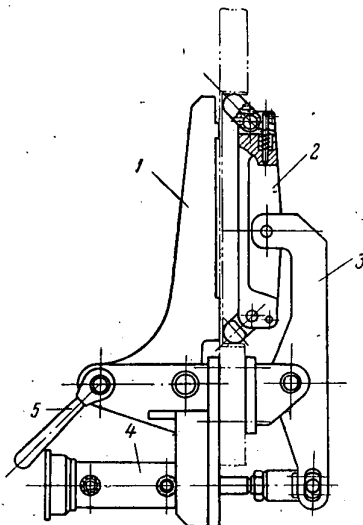
1, 2 — штуцеры; 3 — кольцо; 4 — шток крепления гидроцилиндра. Крепления I — неподвижное на задний торец; II — подвижное на боковые цапфы цилиндра; III — неподвижное на передний торец; IV — подвижное на хвостовой рым-болт.

торец производится при помощи нормализованного разрезного кольца с отверстиями под болты.

Заводские нормали предусматривают 12 типоразмеров гидроцилиндров с рабочим усилием от 100 до 500 кг и величиной хода от 50 до 350 мм. При изготовлении каждый гидроцилиндр испытывают на герметичность и рабочее усилие.

* Заводские нормали легли в основу нормалей МАП (АН 1579), которые утверждены ТУ МАП.

После создания надежной конструкции гидропривода и нормалей конструкторы приступили к разработке проектов ступеней и сборочных приспособлений с быстродействующими гидравлическими устройствами. Был создан ряд типовых конструкций

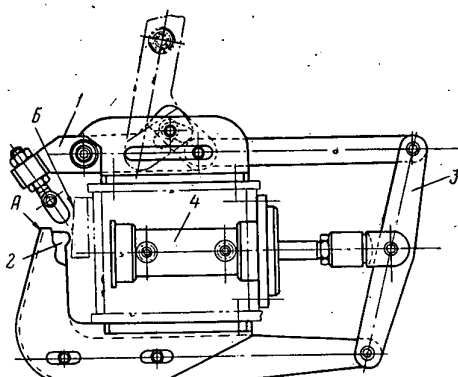


Фиг. 3. Типовой быстродействующий прижим.

1—неподвижный упор; 2, 3—рычаги; 4—гидроцилиндр; 5—бесштыревой замок.

прижимов, фиксаторов и подъемников рубильников с приводом от гидроцилиндров.

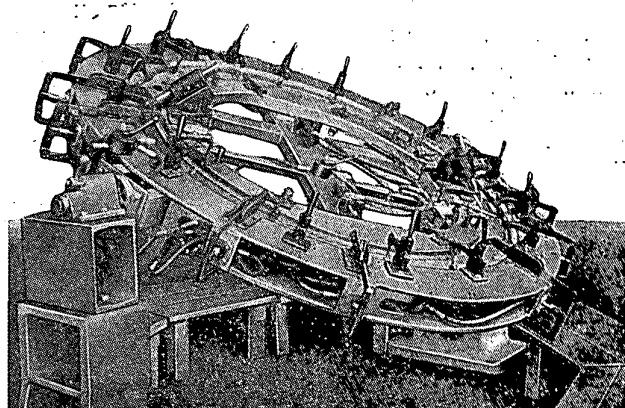
На фиг. 3 изображен типовой быстродействующий прижим. Он состоит из неподвижного упора 1, откидного рычага 2 с кулачками, двуплечего рычага 3



Фиг. 4. Типовой двойной прижим.

1—откидной прижим; 2—подвижный прижим; 3—рычаг; 4—гидроцилиндр.

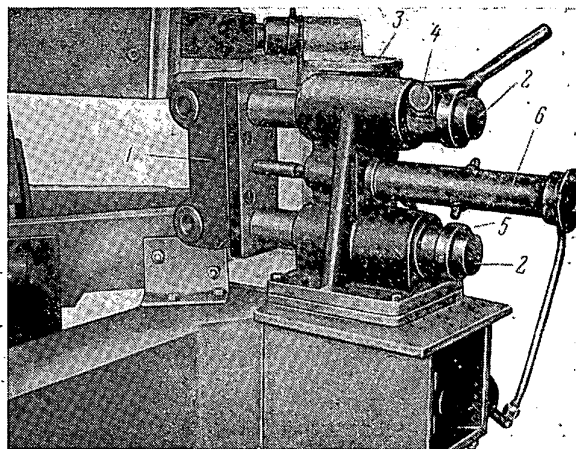
и гидроцилиндра 4. Прижим закреплен на неподвижном ложементе. Кулачки откидного рычага 2 прижимают изделие не только к упору 1, но и к ложементу и рубильнику (показаны пунктиром). Неподвижный упор в случае необходимости может откидываться. В рабочем положении его запирают при помощи бесштыревого замка 5.



Фиг. 5. Приспособление с гидроприжимами для сборки шпангоутов.

На фиг. 4 показан типовой двойной прижим, применяемый в приспособлениях для сборки шпангоутов. Он состоит из откидного прижима 1 с кулачком, подвижного прижима 2, рычага 3 и гидроцилиндра 4. В зажатом положении кулачок прижима 1 и выступ прижима 2 поджимают собираемые детали к базовым плоскостям А и Б. При обратном ходе поршня прижим 2 отходит от плоскости Б, а прижим 1 откидывается вверх, занимая показанное пунктиром положение. Гидроцилиндры прижимов обычно размещают внутри рамы приспособления. На фиг. 5 показано приспособление с гидроприжимами для сборки шпангоута.

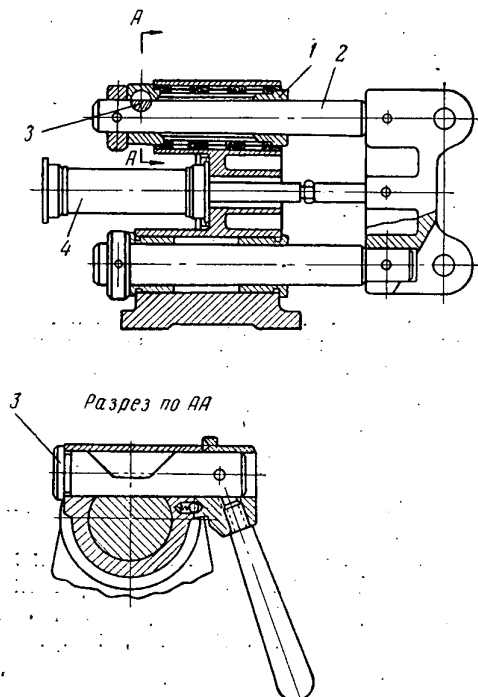
Фиксаторы стыковых узлов имеют один или два направляющих стержня. На фиг. 6 изображен фиксатор с двумя направляющими стержнями. Узел состоит из фиксирующей головки 1, направляющих стержней 2, корпуса 3, бесштыревого замка 4, упорных колец 5 и гидроцилиндра 6. Для обеспечения соосности нижнего и верхнего стержней последний вставлен в ребристую втулку, которая при установке в корпусе узла заливается цементом (НИАТ-МЦ).



Фиг. 6. Фиксатор с двумя направляющими стержнями.

1—головка фиксатора; 2—направляющие стержни; 3—корпус; 4—бесштыревой замок; 5—упорное кольцо; 6—гидроцилиндр.

Ребристая втулка одновременно является и корпусом бесштыревого замка, устройство которого показано на фиг. 7. Ребристая втулка 1 имеет прилив с поперечным отверстием, которое расточено совместно с направляющим стержнем 2 фиксатора. В это отверстие вставлен фиксирующий валик 3 с рукояткой и поперечным пазом, равным половине диаметра. В закрытом положении валик 3 фиксирует своей цилиндрической стороной направляющий стержень 2. В открытом положении он поворачивается пазом к стержню и позволяет последнему свободно перемещаться вдоль втулки.



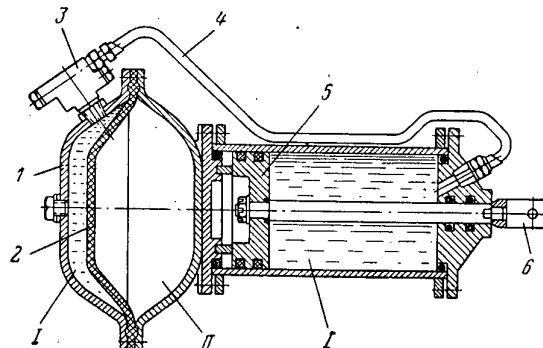
Фиг. 7. Бесштыревой замок.

1—ребристая втулка; 2—направляющий стержень; 3—валик; 4—гидроцилиндр.

Механизация подъема рубильников осуществляется по одному из двух вариантов. В том случае, когда на стапеле требуется механизировать только подъем рубильников, применяются пневмогидравлические подъемники (фиг. 8). Воздух из воздушной сети через трехходовой кран попадает в нижнюю часть пневмогидрокамеры 1 и через резиновую диафрагму 2 передает давление на масло. Масло через регулятор скорости 3 и трубопровод 4 поступает в гидроцилиндр и перемещает поршень 5 в верхнее положение.

Шток поршня и рубильник соединяются при помощи вилки 6 и осевого пальца. Заводские нормы предусматривают три типоразмера пневмогидроподъемников: с рабочим усилием 100, 200 и 405 кг и ходом поршня соответственно 160, 220 и 300 мм. Пневмогидроподъемники отличаются плавностью хода и безотказны в работе. Однако они имеют недостаток — сравнительно большие диаметры (так как давление масла в них равно давлению воздуха в се-

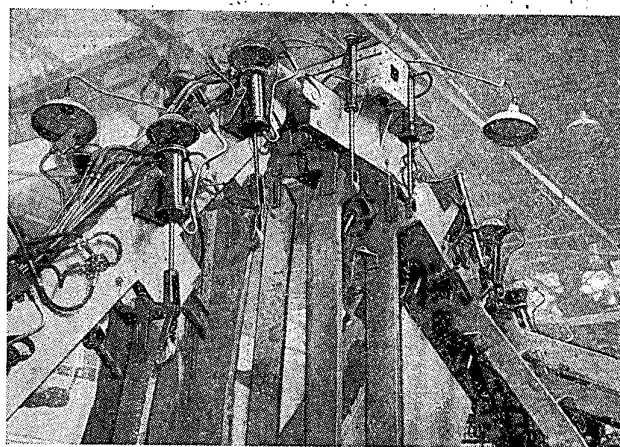
ти, т. е. 4 атм). Поэтому в том случае, когда на стапеле имеются гидрофиксаторы или гидроприжимы, т. е. к стапелю подведен трубопровод от гидропривода, для подъема рубильников применяются не пневмогидроподъемники, а нормальные гидравлические цилиндры.



Фиг. 8. Пневмогидравлический подъемник.

1—пневмогидрокамера; 2—резиновая диафрагма; 3—регулятор скорости; 4—трубопровод; 5—поршень; 6—вилка; I—масло; II—воздух.

Гидроцилиндры выгодно отличаются от пневмогидроподъемников своими малыми размерами и большим рабочим усилием. На фиг. 9 показан стапель, на котором были применены (по производственным причинам) одновременно и пневмогидроподъемники и гидроцилиндры. Из фигуры видно, насколько компактные гидроцилиндры (в центре) по сравнению с пневмогидроподъемниками (слева и справа). Общим недостатком тех и других устройств



Фиг. 9. Стапель с гидравлическими и пневмогидравлическими подъемниками.

является большое количество трубопроводов, идущих от трехходовых кранов, расположенных на нижней балке стапеля; к подъемнику на верхней балке. В настоящее время изготавливается опытный образец электрогидравлического крана. От него к нижней балке будут проведены только электропровода. Электрогидравлический кран представляет собой цилиндрический золотник, перемещающийся при помощи

двух электромагнитов. Кран, а следовательно, и подъемник, управляются посредством двух кнопок, расположенных на нижней балке стапеля рядом с замком рубильника. Применение электрогидравлического крана позволит уменьшить длину трубопроводов примерно втрое.

На фигуре в начале статьи показан механизированный стапель для сборки каркаса кила. Видны все три типа гидравлических устройств: слева — подъемники рубильников, в центре — прижимы, справа — фиксаторы стыковых узлов.

Внедрение в производство стапелей с гидравлическими устройствами показало, что изготовление и монтаж последних должны быть более тщательными, чем пневматических устройств. Были случаи, когда в результате недостаточной чистоты обработки, несоосности рабочих поверхностей, небрежной сбор-

ки и т. п. значительно снижались качества гидравлических устройств, что обнаруживалось только при их испытании.

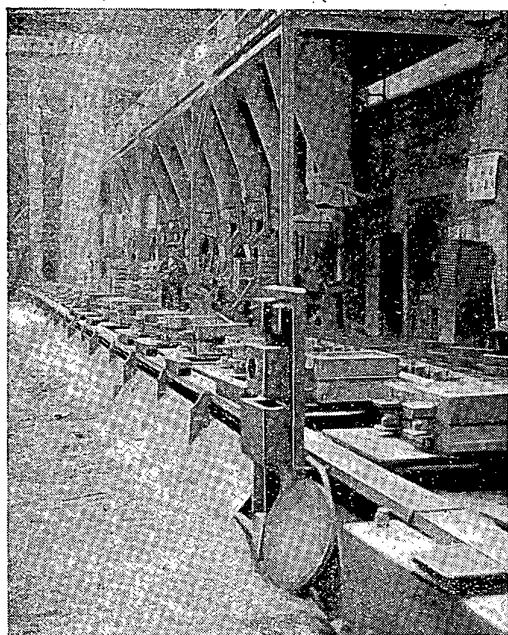
При монтаже гидравлических устройств на стапеле следует непременно проверить всю систему на герметичность (обычно испытывают под давлением 20 атм), а при заполнении ее маслом — тщательно откачать воздух.

В настоящее время на заводе внедрено 12 стапелей и сборочных приспособлений с гидравлическими фиксаторами, прижимами и подъемниками рубильников. Опыт работы на этих стапелях показал, что гидравлические устройства работают значительно лучше, чем устройства с пневматическими цилиндрами. Таким образом, применение гидравлики для целей механизации сборочной оснастки полностью себя оправдало.

Механизация работ в литейном производстве

А. А. БЕЛЯНСКИЙ

Тележечный конвейер вертикально-замкнутого типа



Конвейер.

Завод получил заказ на изготовление зерноуборочного комбайна «Сталинец-6». Потребовалось большое количество чугунных отливок, которые на существующем в то время оборудовании получить было невозможно. К тому же площадь цеха не поз-

воляла разместить одновременно много опок под заливку.

Было решено построить конвейер, который занимал бы небольшую площадь и был производителен в работе. За шесть месяцев на заводе был спроектирован и смонтирован тележечный конвейер вертикально-замкнутого типа (см. фигуру в начале статьи), с пуском которого был полностью разрешен вопрос об изготовлении необходимого количества литейных деталей.

Техническая характеристика конвейера

Длина конвейера по осям . . .	33 м
Подпольная часть	66 м
Высота	500 мм
Ширина	1000 мм
Скорость	2; 2,5; 3,5 м/мин
Количество тележек	60
Размер тележек	900×700 мм
Грузоподъемность тележек . .	500 кг
Размер опоки	900×700×350 мм

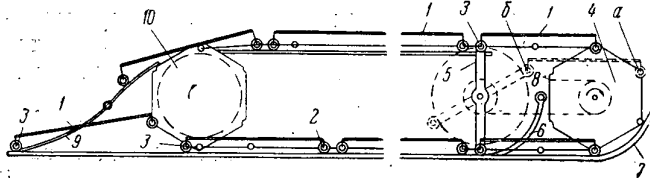
Схема конвейера показана на фиг. 1.

Тележки 1 расположены на двух осях 2, закрепленных в двух шарнирных параллельных тяговых цепях, расположенных по обе стороны тележек; оси 3 с цепями не соединены. Ролики, сидящие на осях, двигаются по направляющим рельсам. Правая головка представляет собой приводную станцию конвейера.

Два приводных шестигранных блока 4 (для обеих параллельных тяговых цепей), насаженных на общий

вал, получают движение от электродвигателя мощностью 4 квт. С помощью зубчатых передач движение передается двум рычагам 5, также насаженным на общий вал и вращающимся с той же скоростью, в ту же сторону, что и цепные блоки 4.

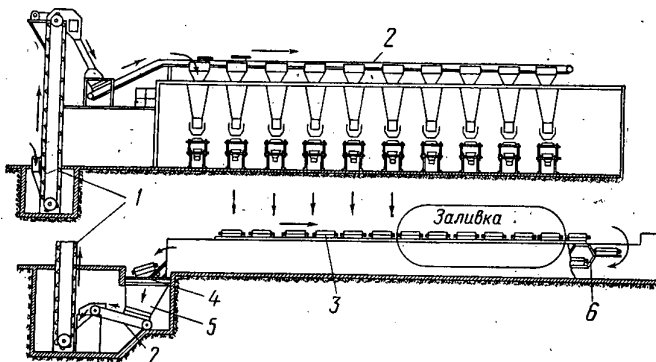
Центры валов блоков 4 и рычагов 5 отстоят друг от друга на расстоянии, равном расстоянию между осями 2 и 3 тележки. Концы рычагов 5 выполнены в виде вилок, которые при показанном на фиг. 2 по-



Фиг. 1. Схематическое устройство конвейера.

1—тележки; 2, 3—оси; 4, 10—блоки; 5—рычаг; 6, 7, 9—рельсы; 8—шарнир.

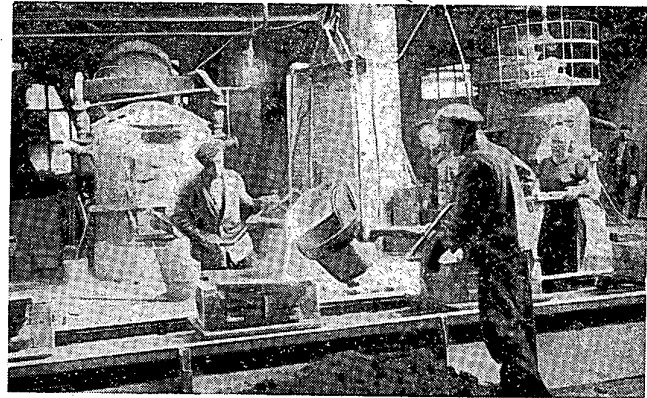
ложению попадают в концы оси 3. При повороте блоков 4 и рычагов 5 на $1/6$ часть окружности ось 2, прикрепленная к цепи, перемещается в точку а, а ось 3 с помощью вилки — в точку б. Тележка 1 опускается и принимает изображенное пунктиром положение. Верхняя плоскость ее остается горизонтальной до тех пор, пока ролики, сидящие на осях 2 и 3, не опустятся на нижние направляющие рельсы,



Фиг. 2. Конвейер чугунного литья.

1—элеватор; 2—транспортер; 3—опока; 4—выбивная решетка; 5—бункер; 6—конвейер.

а тележки на нижней ветви конвейера не займут того же положения, в каком они перемещались по верхней ветви. Прикрепленная к цепям ось тележки окажется позади, а передняя 3 будет свободной. Для того, чтобы при движении по нижней четверти окружности при вращении блоков и рычагов ось тележки не могла выйти из вилки рычага 5, поставлен изогнутый по окружности рельс 6, который поддерживает ролик тележки в вилке при опускании. Также согнут основной нижний рельс 7 около блока 4. Рельс 6 укреплен на шарнире 8 и лежит нижней частью на основном рельсе. Это сделано для того, чтобы ролики тележки, сошедшие с блока 4 на основной рельс, могли огибать шарнирный рельс 7.

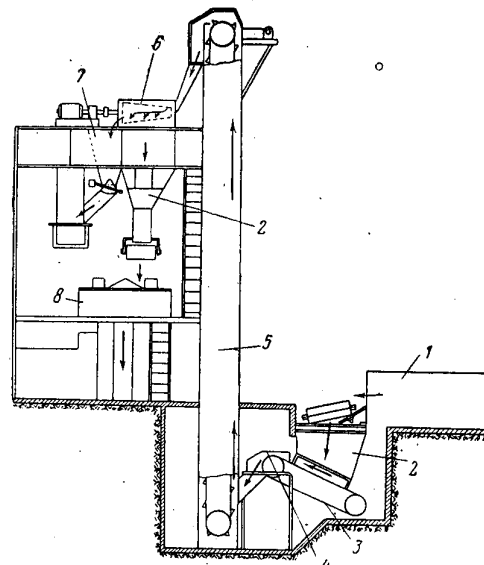


Фиг. 3. Заливка металла в опоку.

Задняя головка конвейера, расположенная в выбивном отделении, устроена следующим образом. Находящиеся впереди свободные оси 3 проходят за отгибающийся, сидящий на шарнире рельс 9. Прикрепленная к цепям ось при отгибании блоком 10 начинает подниматься, причем тележки занимают наклонное положение. При дальнейшем движении блока этот наклон еще больше увеличивается, и залитые опоки соскальзывают на выбивную решетку (см. фиг. 2). В дальнейшем тележки подвигаются вверх, причем оси 3 катятся по изогнутому рельсу. Вдоль конвейера расположены 11 формовочных машин с рольгангами для выкатки опок на конвейер под заливку.

Заливка ведется при помощи кран-балки и моно-рельса (фиг. 3).

Детали, выбитые на решетке, крючками отбрасываются на вагонетки и направляются в обрубное



Фиг. 4. Землеприготовительное отделение чугунного литья.

1—конвейер; 2—бункеры; 3—транспортер; 4—магнитный сепаратор; 5—элеватор; 6—баранное сито; 7—бункер для отходов; 8—бегуны.

отделение. Земля проваливается вниз, поступает на транспортирующее устройство, а затем на магнитный сепаратор для очистки. Отсюда по транспортеру она попадает в элеватор землеприготовительного отделения (фиг. 4).

Земля просеивается через полигональное сито с ячейками величиной 10 мм; производительность 40 т/час (путь показан стрелками). Из резервных бункеров через дозаторы она засыпается в бегуны, где готовится формовочная смесь. Приготовленная формовочная смесь через отвальное отверстие поступает во второй горизонтальный ковшовый элеватор, который подает ее на высотную часть. Здесь она проходит через аэратор и поступает на ленточный транспортер (см. фиг. 3). Специальными механизмами смесь разделяется по бункерам, расположенным над формовочными машинами. Емкость бункеров 5 м³.

Преимущество конвейера вертикально-замкнутого типа перед горизонтально-замкнутым состоит в том,

что газы можно отсасывать по всей длине охлаждающего отделения с полной изоляцией от окружающей атмосферы.

Внедрение конвейера на участке чугунного литья позволило заводу:

1. Улучшить качество деталей, выпускаемых литейным цехом.
2. Улучшить условия труда рабочих (формовщиков, заливщиков, выбивщиков).
3. Повысить производительность труда в два раза.
4. Полностью механизировать трудоемкие процессы:

а) приготовление формовочной земли,

б) заливку и выбивку форм.

5. Высвободить семь рабочих-земледелов.

6. Снизить себестоимость продукции за счет уменьшения нормы времени на 30% на единицу изделия.

Предварительные подсчеты показали, что стоимость постройки конвейера будет окуплена примерно за один год.

Скоростное резание на токарно-револьверных автоматах

А. П. МОРОЗОВ

Применение режущего инструмента с пластинками из твердого сплава

На заводах авиационной промышленности имеется значительное количество токарно-револьверных автоматов. Наблюдение за их работой показывает, что производственные возможности станков полностью не используются. Применение режущего инструмента с пластинками из твердого сплава позволяет увеличить скорости резания, благодаря чему повышается производительность автоматов и снижается трудоемкость изготовления деталей.

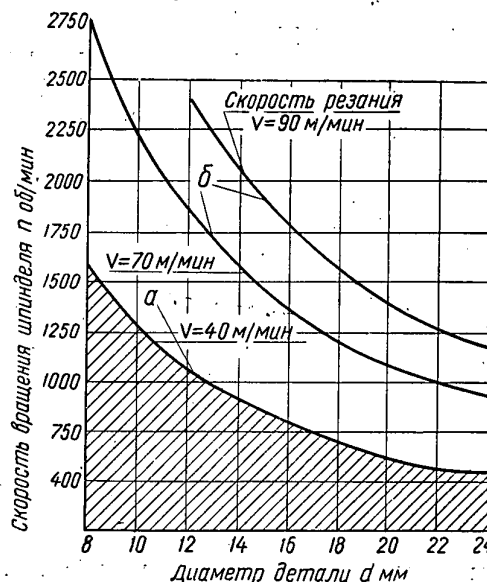
Анализ использования автоматов мод. 1А124, 1124, 1136 и других при точении резцами из быстрорежущей стали показывает, что несколько ступеней верхнего диапазона скоростей не применяется в работе (фиг. 1). Это объясняется тем, что допустимая скорость резания для инструмента из быстрорежущей стали значительно меньше максимальных скоростей автоматов.

Из фиг. 1 видно, что при работе таким инструментом токарно-револьверные автоматы используются менее чем на 50%.

В НИАТ проведена работа по изысканию возможностей перевода этих станков на повышенные режимы резания.

В качестве обрабатываемого материала были взяты стали 45 с $\sigma_b = 54-50 \text{ кг/мм}^2$ и 30ХГСА с $\sigma_b = 64-61 \text{ кг/мм}^2$ в виде калиброванных холодно-тянутых круглых (диаметром 10-20 мм) и шести-

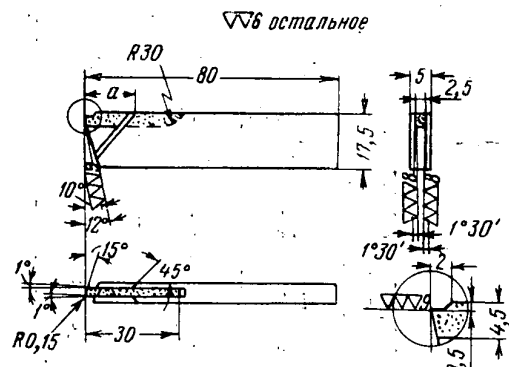
гранных (толщиной 10-20 мм) прутков. Сталь 30ХГСА имела структуру сорбита, а сталь 45 — зернистого перлита.



Фиг. 1. График использования автомата 1А124.

a — обычное применение автомата при точении стали быстрорежущим инструментом; b — возможности автомата.

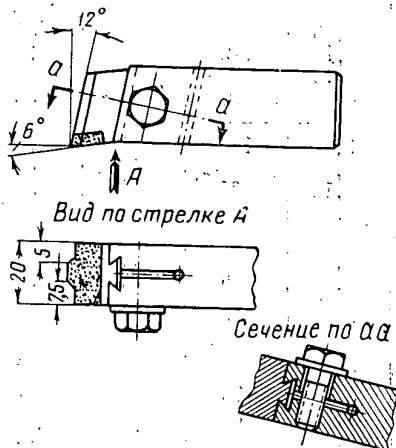
Державка обладает большой жесткостью в головной части, так как при заточке стачивается только та ее часть, которая врезается в материал. Ее изготовляют из стали 40Х, калят до $R_c=35\div40$ и шлифуют, что обеспечивает наряду с повышением прочности и жесткости плотное прилегание державки



Фиг. 5. Резец отрезной, оснащенный пластинкой из твердого сплава с жесткой державкой.

к корпусу резцедержателя и уменьшает вибрации. Впаянная в глубокий паз пластинка из твердого сплава Т15К6 формы 2607 по ГОСТ 2209—55 допускает большое количество переточек.

При заточке и доводке передней поверхности и режущей кромки у этого резца не требуется специальных приспособлений. При работе таким резцом стружка имеет форму коротких, длиной до 150 мм,



Фиг. 6. Резец фасонный, оснащенный пластинкой из твердого сплава в специальной державке.

спиралей диаметром 5—6 мм, удобных для транспортировки.

Круглые фасонные резцы с пластинками из твердого сплава в работе не применялись из-за невозможности получить чистую режущую кромку по профилю при анодно-механической заточке.

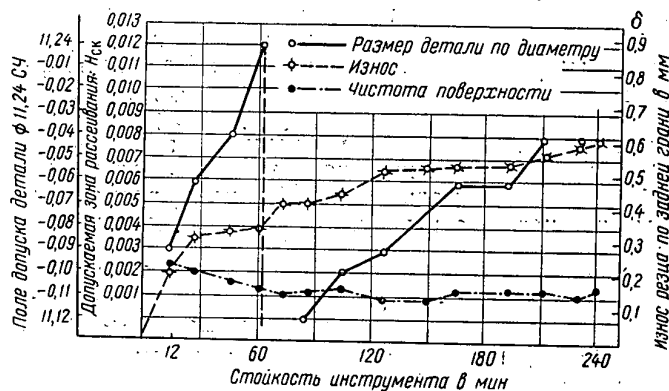
Для опытов использовали трапециевидные фасонные резцы, оснащенные пластинками из твердого сплава (фиг. 6). Пластины доводились карбидом бора с помощью чугунных профильных притиров.

5*

При переводе автоматов на скорости резания выше 50 м/мин в качестве смазывающе-охлаждающей жидкости следует брать эмульсию. Применять сульфозфрезол для этой цели нельзя, так как в результате возникновения высокой температуры в зоне резания его легкие фракции начинают испаряться и образуется большое количество «дыма». Работая с эмульсией, надо следить за тем, чтобы она не попадала в емкости для централизованной смазки и подшипники шпинделя.

Работа на автомате мод. 1А124 в течение четырех месяцев с применением эмульсии не вызвала каких-либо отклонений. Следов коррозии также не было обнаружено.

Состав эмульсии: 20% эмульсола, 0,2% кальцинированной соды, остальное — кипяченая вода. Эмульсия менялась через 20—25 дней после заправки.



Фиг. 7. График рациональной стойкости резца и его износа по заданной зоне рассеивания $H_{СК}$ и точности изготовления детали.

Обрабатываемый материал — прутковая шестигранная сталь 30ХГСА. Режим обработки: $V=75$ м/мин; $t=1,5$ мм; $S=0,1$ мм/об; пластинка из твердого сплава Т15К6; охлаждение — эмульсия.

Применение эмульсии повышает чистоту обработанной поверхности детали на 1—1,5 класса, исключает операции обезжиривания и промывки деталей, снижает расходы на приобретение смазочно-охлаждающей жидкости, улучшает санитарно-гигиенические и противопожарные условия работы в цеху.

Качественная характеристика работы автомата определяется рядом показателей: максимальной непрерывностью рабочего процесса, производительностью, стабильностью размеров изготавливаемых деталей, чистотой обработанной поверхности деталей и минимальными потерями на подналадки инструмента. Получение удовлетворительных результатов по этим показателям зависит от качества режущего инструмента, главным образом от его износоустойчивости.

На фиг. 7 приведен график зависимости точности изготовления детали и заданной $H_{СК}$ от износа и стойкости резца.

Работа проводилась на токарно-револьверном автомате мод. 1А124. Обрабатывались шестигранные прутки из стали 30ХГСА с $\sigma_b=64$ кг/мм².

Режим обработки: скорость резания $v=75$ м/мин, подача $S=0,1$ мм/об, глубина резания $t=1,5$ мм;

резец — проходной, тангенциальный, оснащенный пластинкой из твердого сплава Т15К6 (см. фиг. 2,б); охлаждение — эмульсия указанного выше состава.

Износ резца по задней поверхности в начале работы составлял 0,2 мм. Диаметр первой изготовленной детали находился в пределах допуска и имел размер 11,15 мм. Значение $H_{\text{сж}}$ было также в пределах зоны рассеивания. При дальнейшем износе резца диаметр изготавливаемых деталей увеличивался, а чистота обработанной поверхности благодаря приработке резца улучшалась.

Через 60 мин. работы резца диаметр деталей вышел за пределы допуска на изготовление. После подналадки интенсивность износа значительно уменьшилась, и только по истечении 150 мин. износ достиг 0,6 мм; резец был снят, хотя изготавливаемые детали находились еще в пределах допуска, а значение $H_{\text{сж}}$ — в пределах зоны рассеивания.

Таким образом, очевидно, что применение твердосплавных резцов при точении на токарно-револьверных автоматах со скоростями резания, в два раза превышающими скорости, допускаемые резцами из быстрорежущей стали, и с охлаждением эмульсией позволяет повысить производительность автоматов, обеспечивает длительную стабильность размеров и высокое качество поверхности изготавливаемых деталей.

Скорость резания при точении сталей 30ХГСА и 45 (предел прочности их 61—64 и 50—54 кг/мм²; твердость по Бринеллю 245—280 и 140—150 кг/мм² соответственно) рассчитывают по формулам:

для стали 30ХГСА

$$v = \frac{250}{T^{0,55} P^{0,85} S^{0,8}},$$

для стали 45

$$v = \frac{156}{T^{0,4} P^{0,61} S^{0,57}}.$$

Формулы справедливы при точении с подачами 0,08—0,2 мм/об, глубиной резания 1—3 мм и износе резца по задней поверхности 0,3—0,5 мм.

Применение продольной подачи свыше 0,1 мм/об ухудшает чистоту обработанной поверхности до $\nabla 3$, увеличивает конусность и эллипсность у обработанной детали.

При отрезке и обработке фасонных деталей рекомендуются подачи до 0,03 мм/об, а износ резца по задней поверхности — не больше 0,3—0,4 мм.

Режимы резания следует выбирать в зависимости от стойкости резца (табл. 1 и 2).

В результате лабораторных и заводских испытаний для сталей 30ХГСА и 45 были отработаны конструкции и геометрия проходного, отрезного и фасонного резцов, оснащенных пластинками из твердого спла-

Таблица 1

Скорость резания при точении стали 30ХГСА

Стойкость резца в мин.	Подача в мм/об	Скорость резания в м/мин при глубине резания			
		1 мм	1,5 мм	2 мм	3 мм
60	0,08	198	140	110	78
	0,10	166	118	92	66
	0,12	139	98	77	55
	0,20	95	67	52,5	37
90	0,08	158	112	88	63
	0,10	134	95	74,5	53
	0,12	111	79	64	44
	0,20	76	53	42	30
120	0,08	135	96	75	53
	0,10	113	81	63	45
	0,12	95	67	53	37
	0,20	65	46	36	26
180	0,08	108	77	60	43
	0,10	91	65	51	36
	0,12	76	54	43	30
	0,20	52	37	29	20

Таблица 2

Скорость резания при точении стали 45

Стойкость резца в мин.	Подача в мм/об	Скорость резания в м/мин при глубине резания			
		1 мм	1,5 мм	2 мм	3 мм
60	0,08	129	100	85	67
	0,10	112	88	73	58
	0,12	103	79	67	52
	0,20	76	59	50	39
90	0,08	108	85	71	56
	0,10	95	74	62	49
	0,12	85	67	56	44
	0,20	64	50	42	33
120	0,08	98	77	64	50
	0,10	85	67	56	44
	0,12	77	60	50	39
	0,20	58	45	38	30
180	0,08	88	65	55	43
	0,10	73	57	47	37
	0,12	66	51	43	34
	0,20	49	38	32	25

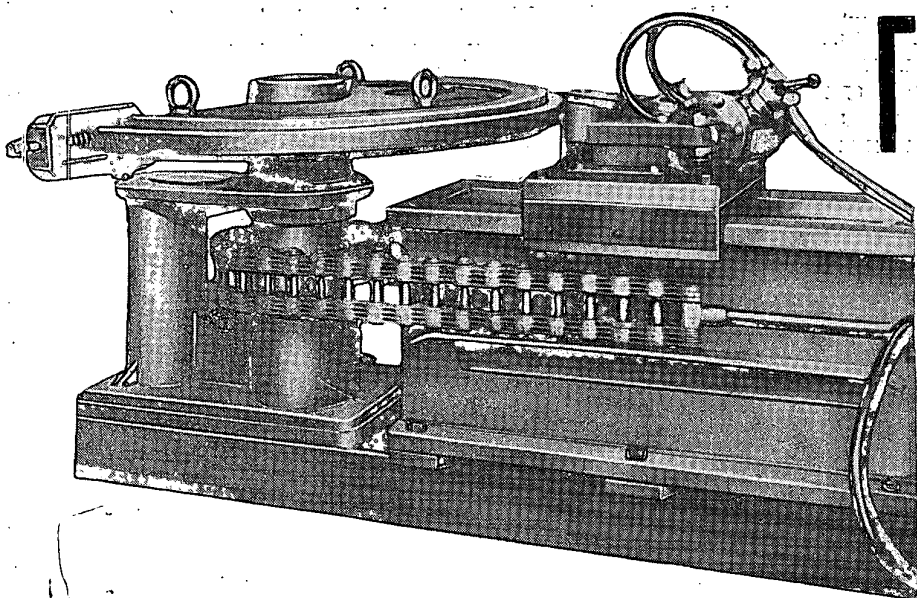
ва, а также режимы резания, назначаемые в зависимости от выбранной стойкости резца.

Применение указанных конструкций резцов и режимов резания на заводе позволило только по 15 деталям снизить трудоемкость изделия на 4 часа.

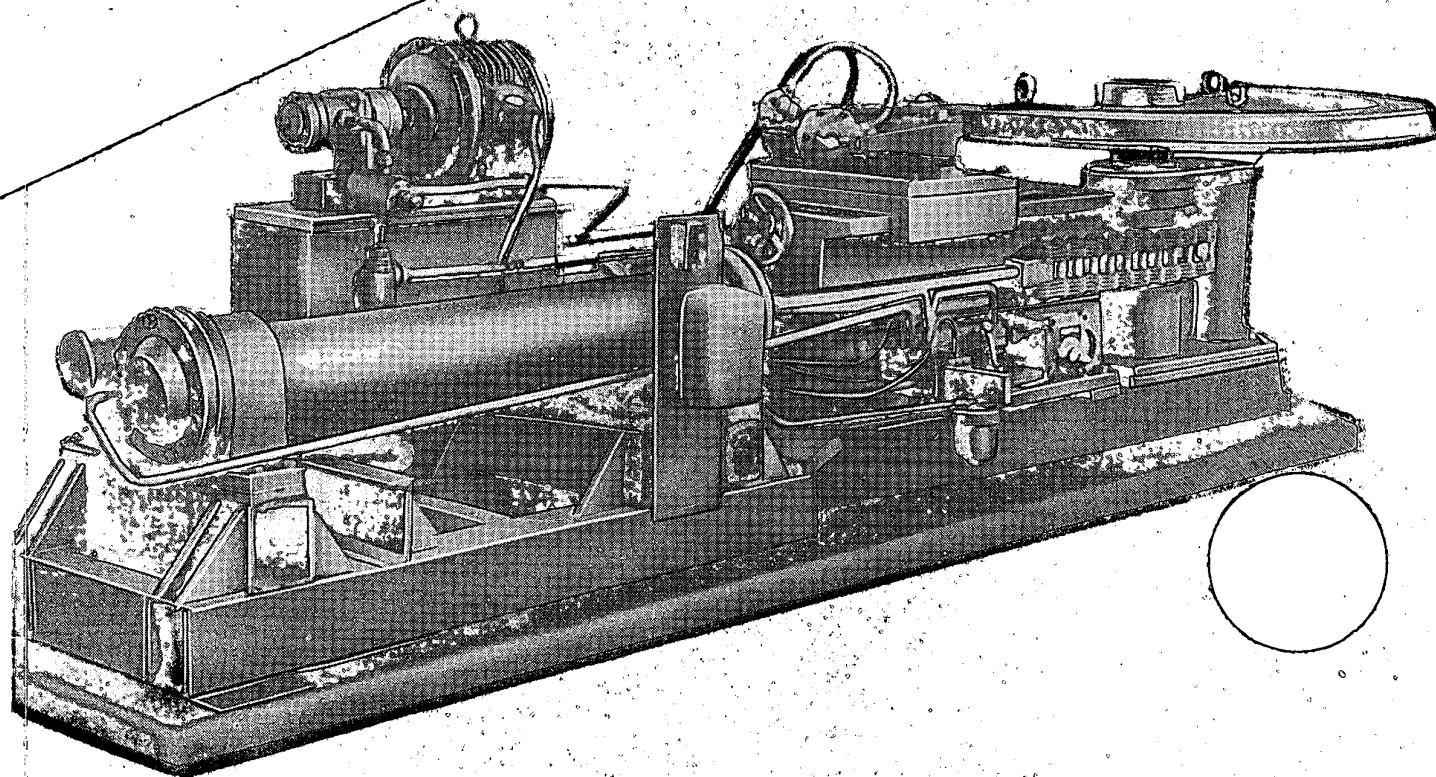
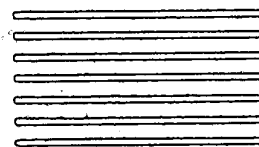
Гидравлический

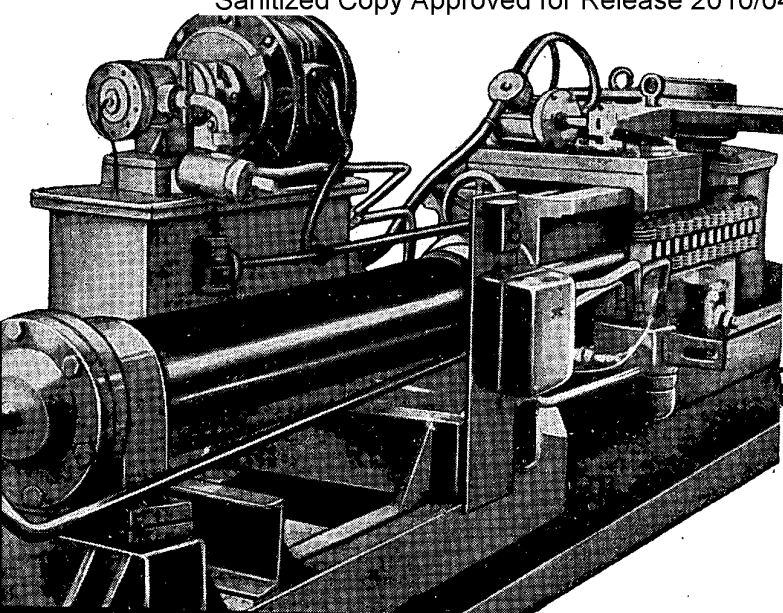
ГИБОЧНЫЙ

СТАНОК



ГМ-735





Гидравлический

гибочный станок

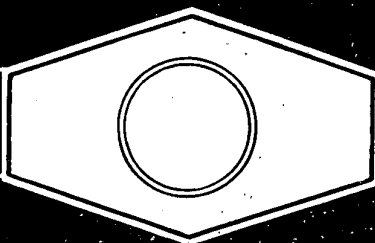
ГМ-735

Станок предназначен для изготовления крупногабаритных колец самого различного диаметра путем гибки заготовки, предварительно нагретой до 500°C, между зажимным роликом и вращающимся приспособлением.

Приспособление получает вращение от гидроцилиндра. Настройка станка на кольца разного диаметра не представляет никаких трудностей.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

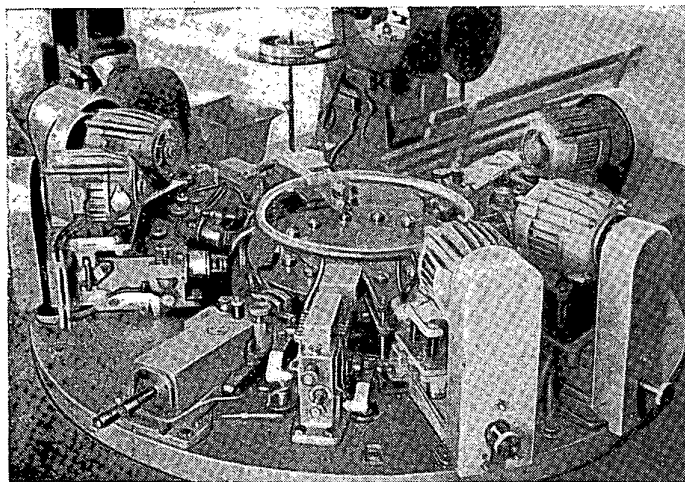
Наибольшее рабочее усилие гидравлического цилиндра	20 т
Наибольший диаметр обрабатываемого кольца	2500 мм
Наименьший диаметр обрабатываемого кольца	500 мм
Наибольшее сечение обрабатываемого кольца	85×100 мм
Наибольшая толщина в направлении изгиба	85 мм
Прижим ролика к изделию	рычажный, от пневмоцилиндра
Ход каретки для настройки на размер кольца	800 мм
Ход штока	1200 мм
Насос:	
производительность	50 л/мин
давление	65 ат
Мощность электродвигателя	4 квт
Габаритные размеры станка	4000×800×1000 мм



Станок сконструирован и изготовлен заводом, где главным механиком К. И. Барсуков.

Комплексная автоматизация производства контактных пар

В. А. РЫЖКЕВИЧ



Общий вид автомата для изготовления штырей из трубки.

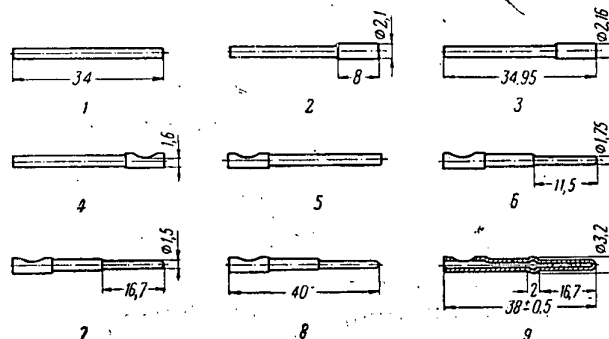
На одном из заводов контактные пары для штепсельных разъемов — штырь и гнездо — изготавливали механической обработкой на автоматах с последующей доработкой на револьверных, сверлильных и фрезерных станках. Трудоемкость операций была высокой, и при этом 70% материала шло в стружку. Для устранения этих недостатков ОКБ разработало новую конструкцию штепсельного разъема, в которой предусмотрено гнездо изготавливать из листовой латуни толщиной 0,3 мм и штырь — из латунной трубки диаметром $2 \times 0,75$ мм.

Для изготовления штырей НИТИ сконструировал автомат, показанный на фигуре в начале статьи. Процесс выполняют методом редуцирования.

Схема технологического процесса изготовления штыря диаметром 1,5 мм из трубки диаметром 2 мм показана на фиг. 1. Процент использования материала при этом способе увеличился с 29 (при механической обработке) до 98.

На автомате каждая из восьми головок выполняет соответствующую операцию. Трубка через самозаклинивающийся зажим и правильное приспособление поступает для отрезки в первую головку и затем в цангу многопозиционного поворотного стола, имеющего 14 цанговых зажимов. Подача заготовки в каждую головку осуществляется при 0,07 оборота стола. Механизм распределения — кулачковый (фиг. 2), размещен внизу автомата. Вращение от электродвигателя 1 передается кулачкам 2 и через мальтийский крест 3 — столу 4. Внутренний диаметр хвостовика штыря увеличивают под проводник следующими двумя головками. В отверстие заготовки последовательно вводят пуансоны, вращающиеся со скоростью 2000 об/мин. Пуансоны получают враще-

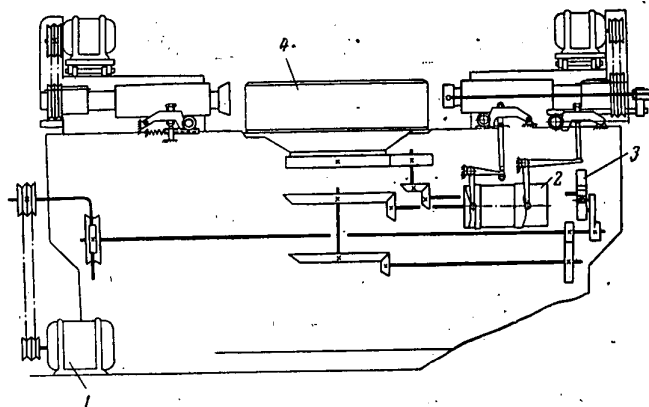
ние от индивидуальных электродвигателей. Толщина стенки трубки уменьшается, а заготовка удлиняется на 0,95 мм. Внутри трубки образуется уступ, принимающий форму перемычки (см. фиг. 1, позиции 2, 3). Для вырубki окна в хвостовой части заготов-



Фиг. 1. Схема технологического процесса изготовления штыря.

1—отрезка заготовки; 2—предварительное увеличение диаметра хвоста; 3—окончательное увеличение диаметра хвоста; 4—пробивка отверстия; 5—переворачивание детали; 6—предварительное редуцирование; 7—окончательное редуцирование; 8—снятие заусенцев; 9—высадка буртика.

ка подается под четвертую головку. Конец заготовки вводится в отверстие матрицы, имеющей направляющий стержень, и отверстие вырубается перемещающимся пуансоном. Кантователем штырь переворачи-



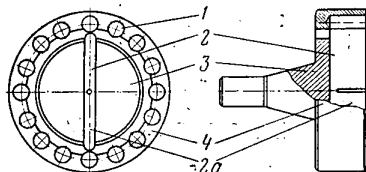
Фиг. 2. Кинематическая схема автомата.

1—электродвигатель; 2—кулачки; 3—мальтийский крест; 4—стол.

вается на 180° и обрабатывается второй его конец, т. е. контактная часть. Для этого имеются две последовательно установленные головки редуцирования. На шпинделе каждой головки, вращающемся со скоростью 980 об/мин, укреплен ведущий диск 3 (фиг. 3) вставки головки редуцирования. Вставка

имеет 16 неподвижных роликов 1, помещенных в сепараторе 4, и две матрицы 2 и 2а, плоскость разреза которых образует форму контактной части штыря. Матрицы расположены в пазах, в которых они могут радиально перемещаться. При вращении матрицы под действием центробежной силы расходятся в противоположные стороны. Встретив на своем пути ролики, они ударяются о них и с силой отскакивают к центру, обжимая редуцируемую часть штыря.

В течение 1,6 сек. они получают 300 двойных ударов. Торец контактной части штыря зачищают от напыла металла наждачным крутом. Последний переход — осадка буртика — выполняется специальным фильером, размещенным в последней головке,

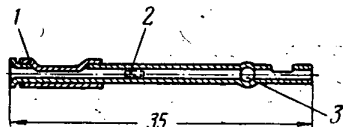


Фиг. 3. Вставка и головки редуцирования.

1—ролик; 2, 2а—верхняя и нижняя матрицы; 3—ведущий диск; 4—сепаратор.

шпиндель которой имеет возвратно-поступательное движение и при этом калибрует контактную часть по необходимому диаметру и высаживает буртик. Заготовка после высадки в линейном размере уменьшается на 1,5 мм.

Производительность автомата 8000 штырей за 8 час. работы. На каждый штырь затрачивается 3,6 сек. В результате внедрения автомата высвобождено восемь токарных автоматов, шесть сверлильных и шесть фрезерных станков, а также 42 рабочих.



Фиг. 4. Гнездо штепсельного разъема.

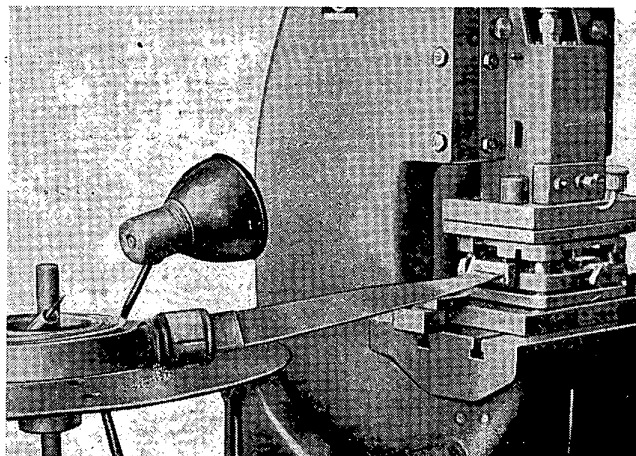
1—пружинка; 2—гильза; 3—шарик.

Вторая контактная деталь — гнездо штепсельного разъема (фиг. 4) — состоит из пружинки 1, гильзы 2 и шарика 3.

Гнездо изготовлялось на пяти прессах. Шесть рабочих за смену делали с завальцовкой шарика 500—600 пильз.

Применение штампа-автомата позволило автоматизировать процесс изготовления гнезда. Штамп установлен на обычном 10-тонном эксцентриковом прессе (фиг. 5). Число ходов пресса уменьшено до 60. Последовательность изготовления гильзы показана на фиг. 6.

Лента подается автоматически. Готовая гильза с запрессованным шариком проваливается через окно



Фиг. 5. Штамп-автомат, установленный на прессе.

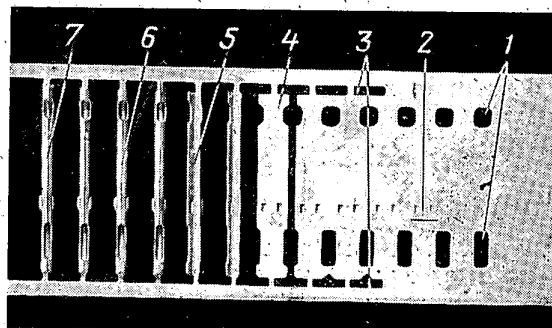
штампа в ящик. Матрицы и пуансоны сконструированы так, что их можно менять независимо друг от друга по мере износа или поломки.

Производительность штампа-автомата 6000—6500 шт. в смену. С его внедрением трудоемкость уменьшилась на 11,5%, расход латуни сократился на 15%; кроме того, высвободилось четыре ручных прессы и шесть рабочих.

Пружинку штампуют также на штампе-автомате. Производительность его — 10 000 шт. в смену.

Изготовленные штырь, гнездо и пружинка поступают в цех покрытия для серебрения, которое ведется в автомате АГ-2, спроектированном НИИТИ. Автомат предназначен для гальванического серебрения мелких деталей. Он имеет 28 загрузочных колоколов, вращающихся вокруг своей оси. Каждый из них проходит через все операции в соответствии с технологическим процессом (см. таблицу на стр. 39).

Каждый колокол допускает загрузку такого количества деталей, суммарная площадь поверхности которых составляет 40 дм².



Фиг. 6. Последовательность изготовления гильзы в штампе-автомате.

1—вырубка окон; 2—пуклевка; 3—просечка фаски и перемычки; 4—вырубка развертки; 5—первая гибка; 6—вторая гибка; 7—завальцовка шарика.

**Технологический процесс
серебрения деталей из бронзы на автомате АГ-2**

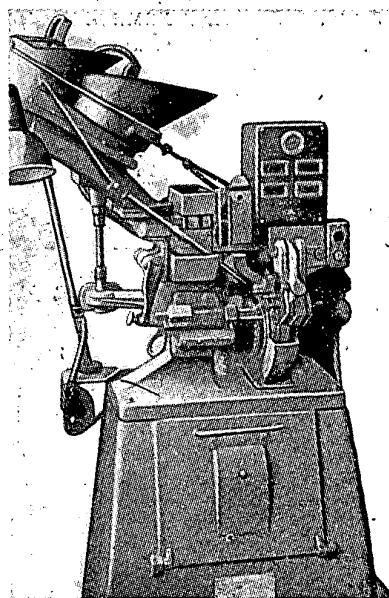
Операция	Количество коло- колов на позиции	Состав	Режим работы			
			температура в °C	плотность тока г/дм ²	напряжение в в	время выдерж- ки в мин.
Загрузка де- талей в колокол	1	—	—	—	—	7
Обезжирива- ние	1	—	60	1—2	6—12	7
Промывка	1	Горячая про- точная вода	60	—	—	7
Промывка	1	Холодная проточная вода	20—25	—	—	7
Декапирова- ние	1	Серная кис- лота (200 г/л)	20—25	—	—	7
Промывка	1	Холодная проточная вода	20—25	—	—	7
Меднение	5	—	20—25	0,5— 0,7	6—12	35
Промывка	1	Холодная проточная вода	20—25	—	—	7
Предварите- льное серебрение	1	—	20—25	1	6—12	7
Основное се- ребрение	8	—	20—25	0,5	6—12	56
Промывка в сборнике элек- тролита	1	Холодная не- проточная вода	20—25	—	—	7
Промывка	1	Холодная проточная вода	20—25	—	—	7
Промывка	1	Горячая про- точная вода	60	—	—	7
Сушка	2	Горячий воз- дух	60	—	—	14
Выгрузка	1	—	—	—	—	—

Невозвратимые потери серебра сведены к нулю. Потребная производственная площадь сократилась в три раза; увеличилась в пять раз производительность и высвободилось двое рабочих. После применения реверсированного тока производительность автомата АГ-2 увеличилась еще вдвое.

Гильза и пружинка собирались вручную. Пружинку надевали на гильзу, обжимали ее, и торец гильзы развальцовывали. Ручная сборка была очень трудоемкой и малопродуктивной. Один рабочий за смену мог собрать до 500 узлов.

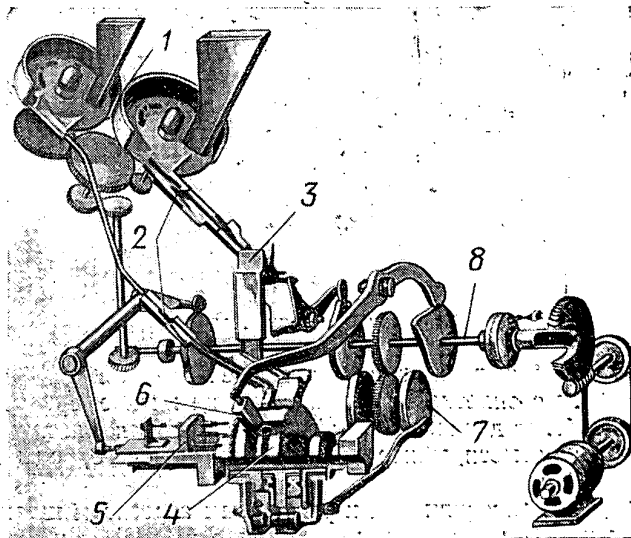
Для повышения производительности труда ОКБ сконструировало автомат для сборки гнезд (фиг. 7). Сборка гнезд происходит следующим образом. В один из бункеров 1 (фиг. 8) засыпают гильзы, в другой — пружинки. По направляющим каналам 2 они попадают в перекрыватели, которые синхронно посылают детали в барабан 4 для сборки. Прежде чем попасть в барабан, гильза проходит через меха-

низм направления 3, откуда она выходит только определенным концом, так, чтобы при попадании ее в барабан 4 пружинка ставилась на требуемое место



Фиг. 7. Автомат для сборки гнезд.

и чтобы развальцовывался требуемый торец. Узел 6 обжимает пружинки на гильзе. Кулачковый вал 8 через цилиндрическое зубчатое колесо приводит в движение эксцентриковый валик узла 7. На этом валике по обе стороны ведомого зубчатого колеса насажены кривошпы, которые через шатуны приводят



Фиг. 8. Кинематическая схема автомата для сборки гнезд.

1—бункеры с подающими дисками; 2—направляющие каналы; 3—механизм направления гильзы; 4—барабан сборки; 5—головки рабочих инструментов; 6—обжимной узел; 7—кривошипно-шатунный узел; 8—кулачковый вал.

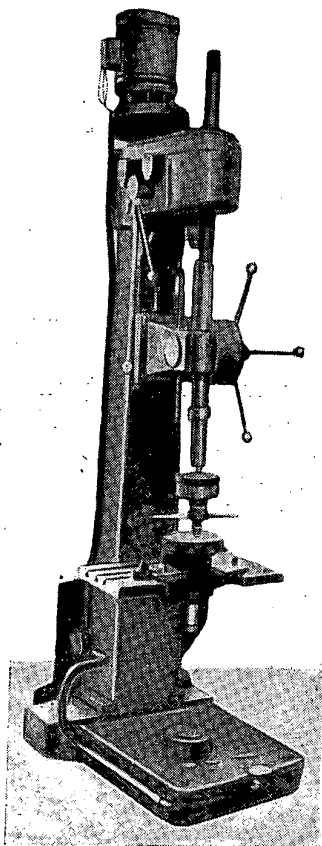
в движение диски, устанавливающие пружинку в строго определенном для сборки положении. В случае каких-либо задержек в автомате специальный прибор указывает место задержки. Сигнализация — световая. Под загоревшейся лампочкой надпись указывает на место задержки. Производительность та-

кого автомата 4500 гнезд в смену, т. е. в девять раз выше, чем при ручной сборке.

Полученное заводом резкое повышение производительности труда подтверждает, что наиболее целесообразно автоматизировать технологические процессы комплексно.

Механизация сборки наконечников шлангов

Г. М. ДИНАБУРСКИЙ и И. Г. КРИЦ

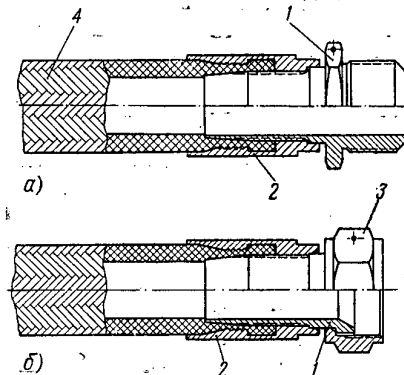


Станок для сборки шлангов.

На заводе в большом количестве изготавливают шланги с оплеткой, рассчитанные на низкое, среднее и высокое давление. Они предназначены для подачи гидросмеси, минеральных масел, горючего, воды и воздуха.

Для присоединения к различным агрегатам шланги имеют наконечники, состоящие из муфты и ниппеля. В зависимости от конструкции выходного конца агрегата ниппель наконечника бывает двух типов: с наружным соединительным конусом (фиг. 1, а) или с внутренним соединительным конусом и накидной гайкой (фиг. 1, б).

Сборка наконечника шланга делится на две основные операции (фиг. 2): а) разделку рукава шланга с надетой муфтой при помощи конусной оправки; б) ввинчивание ниппеля в рукав. До последнего времени наконечники шлангов собирали вручную. Муфту со вставленным рукавом шланга зажимали полукольцами в державке, которая крепилась в тисках. Разделочные оправки и ниппели ввинчивали при помощи воротка. Ручная сборка наконечников требо-



Фиг. 1. Типовая заделка концов шлангов.

а — ниппель с наружным соединительным конусом; б — ниппель с внутренним соединительным конусом и накидной гайкой.

1 — ниппель; 2 — муфта; 3 — гайка; 4 — рукав шланга.

вала от рабочего больших физических усилий. Особенно трудно было собирать шланги диаметром 40 мм и более.

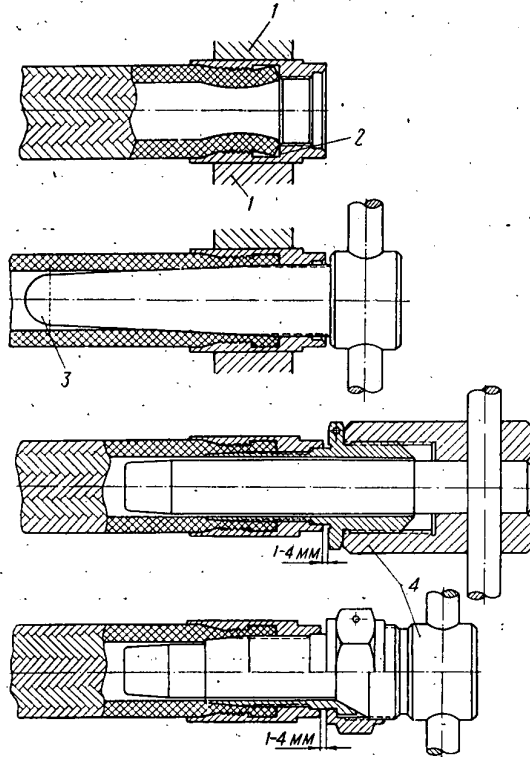
В настоящее время эти операции механизированы и выполняются на модернизированном вертикально-сверлильном станке мод. 2125 завода имени Ленина.

Модернизация вертикально-сверлильного станка. На фигуре в начале статьи и на фиг. 3 показан модернизированный станок, в котором:

1. Для уменьшения числа оборотов шпинделя станка к коробке скоростей дополнительно установлен редуктор. В результате этого при сборке шлангов с наружным диаметром до 25, 40 и свыше 40 мм скорость шпинделя станка может достигать 17,5; 11 и 7 об/мин соответственно.

Указанные числа оборотов определены опытным путем и полностью исключают случаи повреждения рукавов шлангов при сборке наконечников.

2. Для облегчения управления станком вместо рукоятки переключения двойного блока установлена рукоятка, изменяющая направление вращения и оста-



Фиг. 2. Технологическая последовательность заделки наконечников шлангов.

1—полукольцо; 2—торец муфты; 3—оправка для разделки рукава шланга; 4—оправка для сборки шланга.

навливающая электродвигатель станка при помощи двух электропускателей. Для остановки электродвигателя имеется еще ножная педаль.

Чтобы сборка шлангов не происходила при повышенной скорости вращения шпинделя станка, снято зубчатое колесо с $Z=41$ (на фиг. 3 показано пунктиром), а зубчатое колесо с $Z=54$ двойного блока введено в постоянное зацепление с зубчатым колесом, имеющим $Z=18$.

3. Для обеспечения свободного подхода к шлангу при сборке вырезана средняя часть стола станка и сняты винт, конические зубчатые колеса и рукоятка подъема стола. Стол закреплен болтами на направляющих станины. Свободный подход к шлангу при сборке необходим для того, чтобы удерживать рукав от проворота в муфте при вывинчивании из нее разделочных оправок.

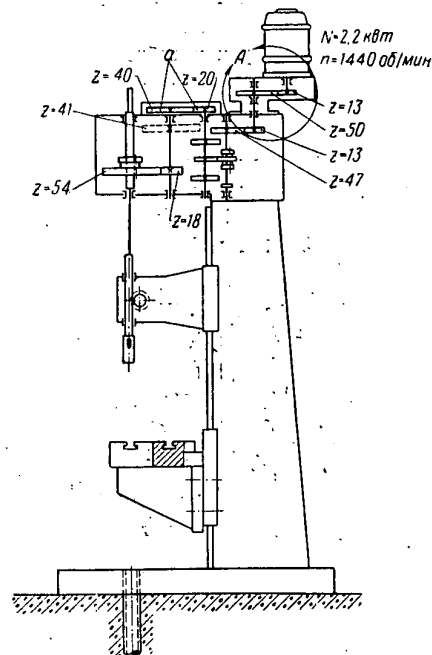
4. Для того чтобы можно было собирать длинные шланги, по оси шпинделя станка в фундамент вертикально вмонтирована труба диаметром 80 мм и длиной 2,5 м, в которую при сборке наконечников помещается рукав. Это позволило собирать на станке шланги длиной до 3 м.

6—АП № 1

5. Во избежание случаев повреждения при сборке внутренней поверхности рукава шланга разделочные оправки и ниппели ввинчивают при помощи тарированной пружинно-шариковой муфты. Легкая настройка муфты позволяет передавать для каждого диаметра шланга определенный, максимально допустимый крутящий момент.

6. Для закрепления муфты при сборке шлангов применяется приспособление со сменными вкладышами. Его устанавливают на столе станка.

Редуктор к коробке скоростей. Редуктор, служащий для уменьшения числа оборотов шпинделя станка, крепят фланцем сварного корпуса 1 к верхней крышке коробки скоростей (фиг. 4). Внутри корпуса на двух шариковых подшипниках 2 вращается промежуточный вал 3. На концах его насажены на шпонках два зубчатых колеса 4 и 5 ($Z=13$ и $Z=50$). Первое из них сцепляется с зубчатым колесом ($Z=47$) коробки скоростей станка, второе — с зубчатым колесом 6 ($Z=13$), сидящим на валу ротора электродвигателя. Для предохранения от грязи и обеспечения смазки подшипниковый узел с двух сторон закрыт крышками 7, имеющими сальники 8. Корпус 1 закрывается крышкой 9, к которой четырьмя болтами прикреплен фланцевый электродвигатель. В крышке имеется резьбовое отверстие,



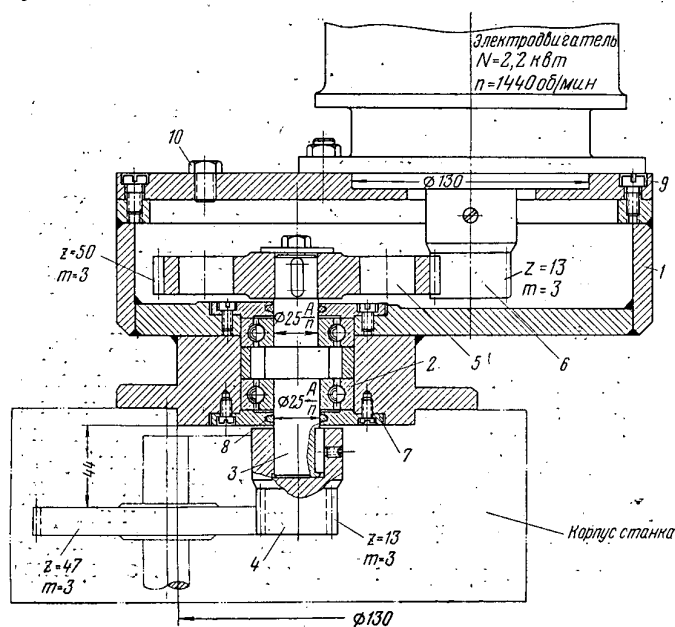
Фиг. 3. Кинематическая схема модернизированного вертикально-сверлильного станка для сборки шлангов.

а—сменные зубчатые колеса.

через которое заливают масло для смазки зубчатых колес. Резьбовое отверстие заглушено пробкой 10.

Пружинно-шариковая муфта. Пружинно-шариковая муфта осевого действия (фиг. 5) предназначена для передачи определенного максимального крутящего момента (500—3000 кгсм).

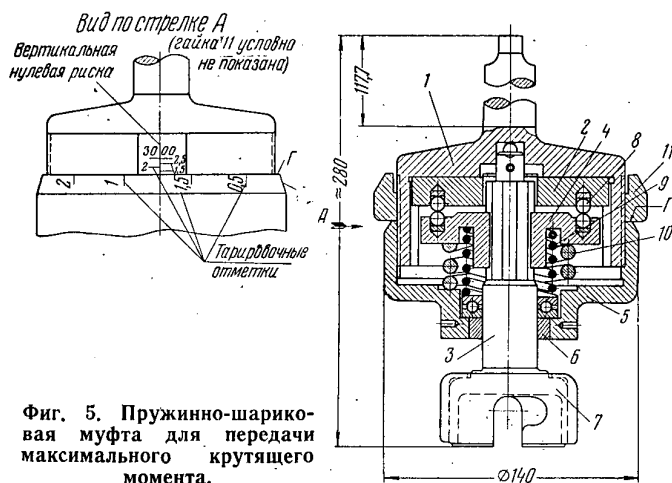
Расчет силовой характеристики и рабочих размеров дисков пружин произведен по формулам ЭНИМС («Табличные расчеты деталей станков», Машгиз, 1953, вып. 2).



Фиг. 4. Редуктор к коробке скоростей.

1—корпус; 2—подшипник; 3—промежуточный вал; 4, 5, 6—зубчатые колеса; 7, 9—крышки; 8—сальник; 10—пробка.

Корпус 1 муфты оканчивается хвостовиком с конусом Морзе № 4 и вставляется в шпиндель станка. В шпинделе имеется отверстие для винта, которым крепят муфту, чтобы избежать выпадания ее из



Фиг. 5. Пружинно-шариковая муфта для передачи максимального крутящего момента.

1—корпус; 2—ведущий диск; 3—валик; 4—ведомый диск; 5—крышка; 6—втулка; 7—втулка-замок; 8—шарики; 9, 10—пружины; 11—гайка.

шпинделя. Внутри корпуса 1 сделаны четыре шлицевых пазов, в которые входят шлицы ведущего диска 2. На шлицевой конец валика 3 надевается ведомый диск 4. Валик 3 центрируется с одной стороны в кор-

пусе 1, а с другой — в крышке 5, накрученной на корпус 1. Для уменьшения трения между валиком и крышкой в крышку 5 запрессована бронзовая втулка 6.

На выступающем конце валика 3 имеются глухое отверстие, куда входят головки разделочных и сборочных оправок, и два паза, через которые передается крутящий момент на оправки. На валик 3 надета втулка-замок 7, имеющая два выреза байонетного типа. После установки рукояток разделочных и сборочных оправок в пазы выступающего конца валика 3 втулка 7 поворачивается и своим замком перекрывает пазы валика; рукоятки запираются, что и предохраняет оправки от выпадения.

На рабочих торцах ведущего и ведомого дисков 2 и 4 имеется по 12 отверстий, в которые вставляются шарики 8 диаметром 8 мм. Для увеличения срока службы пружинно-шариковой муфты в гнезда дисков под шарики 8 устанавливают прокладки, термообработанные до твердости $R_c = 50 \div 55$. Для того, чтобы шарики, свободно вращающиеся в своих гнездах, не могли выпасть при сборке или разборке муфты, их завальцовывают в гнездах дисков.

Ведущий и ведомый диски сжимаются под действием двух пружин, надетых на валик 3 (основной 9 и дополнительной 10). Основная пружина 9 работает постоянно во всем интервале крутящего момента от 500 до 3000 кгсм. Дополнительная пружина 10 вступает в работу, когда величина крутящего момента достигает 1500 кгсм.

При достижении определенного крутящего момента, на который настроена муфта, сумма вертикальных составляющих в точках соприкосновения шариков становится равной или больше усилия сжимающих пружин. Так как ведомый диск 4 при этом отходит от ведущего диска 2, вращение от шпинделя станка на валик 3 не передается. Во избежание закручивания основной пружины 9, что могло бы привести к изменению тарировки муфты, под торцом ее установлен упорный шариковый подшипник.

Все детали муфты насаживают на валик 3 с помощью ручного пресса; сжимая пружину 9, надевают шайбу и вставляют контровочный штифт. Собранный узел помещают в корпус и закрывают крышкой 5. Осевое усилие, возникающее при сборке шланга, передается на корпус валиком 3 через шарик. В нужном положении крышка 5 контрится гайкой 11.

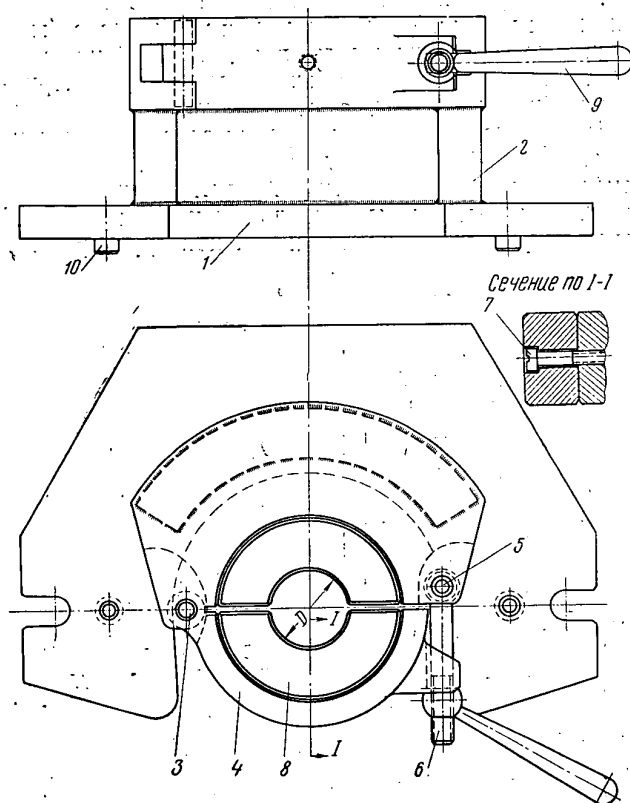
На участке резьбы корпуса 1 сошлифована лыска на глубину, равную высоте профиля резьбы. На лыске имеется вертикальная нулевая риска, на которой нанесены величины передаваемых крутящих моментов. Аналогичные величины наносятся на конусе и торце крышки 5. Положение крышки 5 на корпусе 1 для передачи различных крутящих моментов определяют при тарировании пружинно-шариковой муфты.

Муфту тарируют от 500 до 3000 кгсм, через каждые 500 кгсм. Для этого в пазы валика пружинно-шариковой муфты вставляют стержень длиной 600 мм, на конце которого подвешивается груз. Для облегчения отсчетов расстояние между осью груза и вертикальной осью муфты устанавливают равным

500 мм. Величина груза меняется от 10 до 50 кг через каждые 10 кг.

Приспособление для крепления муфт шлангов. Для крепления муфт применяется приспособление, показанное на фиг. 6.

К основанию 1 приварена сварная стойка 2. В верхней части ее запрессованы ось 3, вокруг которой по-



Фиг. 6. Приспособление для крепления муфты шланга при сборке наконечника.

1—основание; 2—стойка; 3, 5—оси; 4—хомут; 6—шарнирный болт; 7—болт; 8—вкладыш; 9—рукоятка; 10—установочные пальцы.

вращается хомут 4, и ось 5, вокруг которой вращается шарнирный болт 6.

В полукруглые вырезы стойки 2 и хомута 4 вставляют сменные вкладыши 8, закрепляя их болтами 7. Размер вкладыша зависит от наружного диаметра муфты. На шарнирный болт 6 накручена гайка с рукояткой 9. Установив муфту шланга в приспособление, заводят шарнирный болт 6 в вилку хомута 4 и

двумя-тремя поворотами гайки с рукояткой 9 быстро закрепляют муфту.

Приспособление при помощи установочных пальцев 10 выставляют по среднему пазу стола станка и закрепляют на столе болтами при помощи прихватов.

Настройка и работа станка. В зависимости от размера шланга подбирают соответствующий комплект разделочных и сборочных оправок и комплект вкладышей для закрепления муфты шланга в приспособлении. Рукояткой переключения скоростей устанавливают необходимое число оборотов.

Пружинно-шариковую муфту настраивают на необходимый максимальный крутящий момент, определенный опытным путем для каждого шланга в отдельности, в зависимости от размеров и конструкции рукавов.

Для крепления муфты шланга в приспособлении на столе станка устанавливают комплект вкладышей. Муфту надевают на рукав шланга.

Смазав разделочную оправку касторовым маслом, вставляют ее в валик пружинно-шариковой муфты и закрепляют байонетным замком. Медленно опуская шпиндель станка, вводят эту оправку в муфту и разделяют рукав шланга. После этого станок переключают на обратный ход и вывертывают разделочную оправку.

В валик пружинно-шариковой муфты вставляют сборочную оправку с ниппелем. При ввинчивании ниппеля в муфту шланга между ее торцом и торцом шестигранника ниппеля или накидной гайки обеспечивают зазор 1—4 мм. При вывинчивании сборочной оправки ниппель удерживают ключом.

Заделка второго конца шланга производится в аналогичном порядке.

Выводы

Механизированная сборка шлангов значительно улучшила качество сборки, устранила ручные работы, снизила утомляемость рабочего и повысила производительность труда в два раза.

Применение механизированной сборки шлангов повысило культуру производства и позволило использовать на этой операции рабочих более низкой квалификации.

Сборку шлангов на модернизированном вертикально-сверлильном станке можно рекомендовать для широкого внедрения в производство.

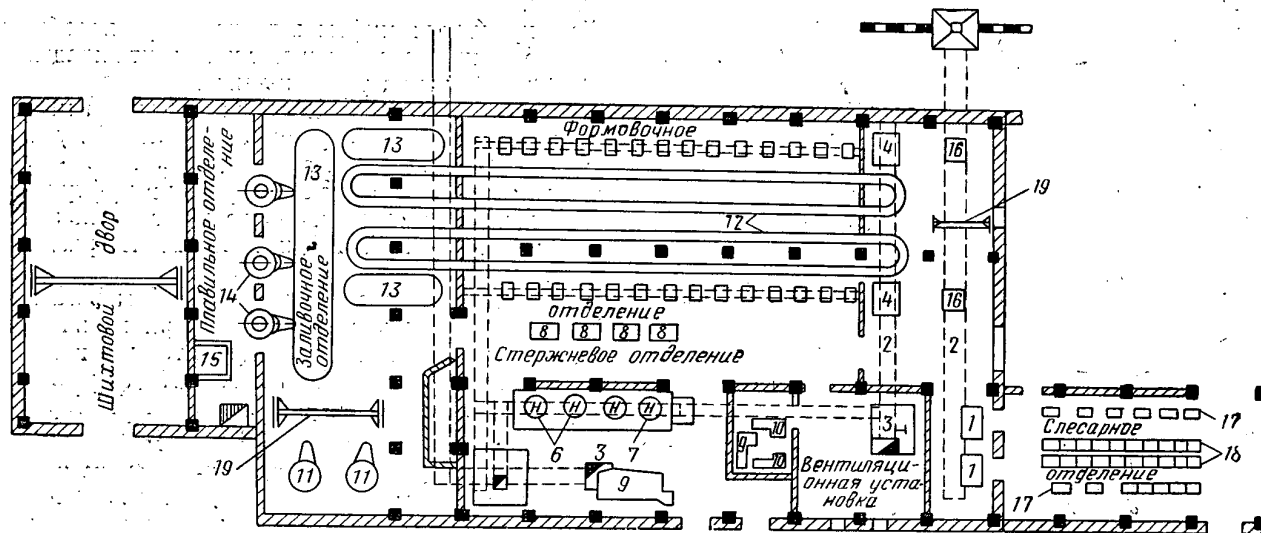
Модернизация станка является несложной. Ее можно провести на любом машиностроительном заводе без больших денежных затрат.

Механизация чугунолитейного отделения цеха

И. П. ГОЛЬДФАРБ

На заводе реконструировано чугунолитейное отделение цеха, выпускавшее ранее в основном продукцию ширпотреба и обслуживавшее главным образом отделы главного механика и подготовки производства. Мелкосерийность определяла низкий уровень механизации, большинство операций выполняли вручную. Работу вели в три смены. Ограниченные размеры площади, предназначенной для формования и подготовки форм под заливку, способствовали скученности оборудования и усложняли труд заливщиков и формовщиков.

в цехе оборудования с включением его в общий поток. Одновременно провели расчеты необходимой мощности машин. Технологическая планировка была разработана за пять-шесть дней. В ее обсуждении участвовали передовые рабочие, мастера, инженерно-технический персонал. Окончательное утверждение она получила после рассмотрения заводским техническим советом. Все оборудование изготовляли местными силами. Для ускорения проектирования транспортной системы и выпуска документации в ГСПИ были направлены технолог и два конструктора; это



Фиг. 1. Чугунолитейное отделение цеха после реконструкции.

1—очистные барабаны; 2—ленточные транспортеры; 3—элеваторы; 4—выбивная решетка; 5—формовочные машины; 6, 7—смешивающие бегуны; 8—электрокамерные печи для сушки стержней; 9—нефтяное барабанное сушило для песка; 10—токарные станки ДИП-300; 11—электропечи ДСН-0,5; 12—конвейеры; 13—монорельсы; 14—вагранки; 15—подъемник; 16—глухие решетки для выбивки стержней; 17—наждачные точила; 18—слесарные верстаки; 19—краны грузоподъемностью 2 т.

Заливку осуществляли при помощи ручных ковшей; тут же выбивали детали из опок, на краю плаца отбивали литники. К обрубному участку детали подвозили на тележках.

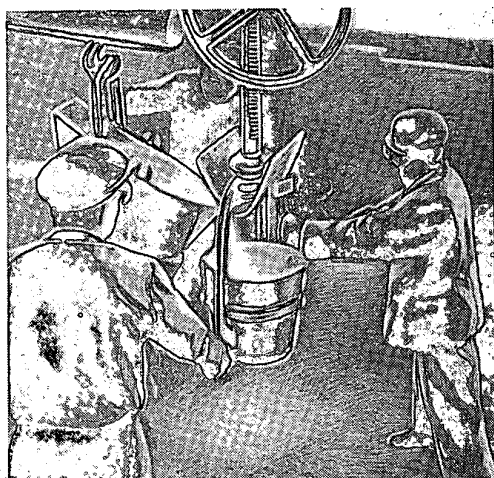
Рассредоточенность процессов заливки литья и выбивки форм не позволяла создать эффективную вентиляционную систему. В результате по всему цеху обычно распространялось большое количество дымовых газов, выделяемых залитыми опоками. Подобные условия мешали выполнению производственного плана и вредно отражались на здоровье рабочих. Дефицит отливок на 1957 г. составил 6000 т.

Руководство завода, учитывая значительно увеличенную программу по деталям и узлам для сельскохозяйственных машин, решило осуществить комплексную механизацию технологических процессов и транспорта. Прежде всего были рассмотрены возможности максимального использования имевшегося

позволило ГПИ уже через 40 дней выдать заводу технический проект. При его составлении в основном использовали типовые проекты на агрегаты и механизмы. Поэтому проект был завершен в сжатые сроки. Документацию из ГПИ стремились выдавать в первую очередь строителям и энергетикам. В изготовлении деталей и узлов участвовали, кроме цехов главного механика, также цехи механические и инструментальные. Строительные работы выполнял ремонтно-строительный цех. Руководил реконструкцией главный инженер.

Проект предусматривал:

- а) конвейеризацию основных технологических процессов формования, заливки литья и выбивки форм;
- б) поточный выпуск изделий;
- в) замену ручного формования машинным;
- г) механизацию подачи формовочной земли к фор-



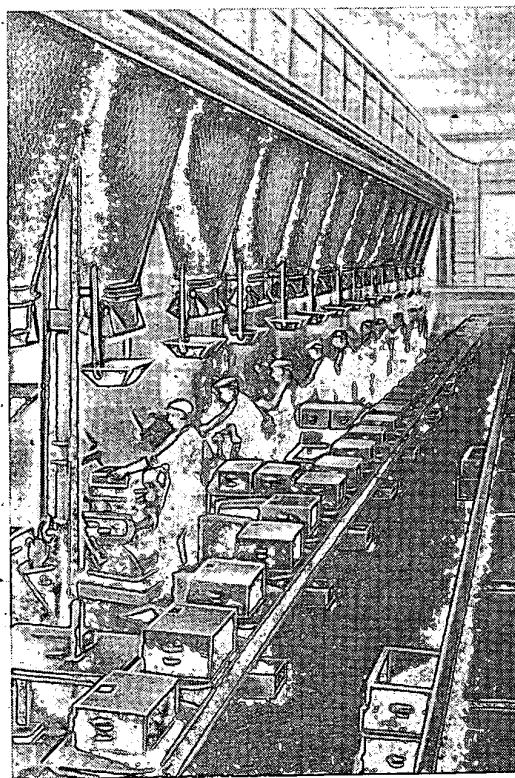
Фиг. 2. Разливочное приспособление.

мовочным машинам и обратной земли из-под выбивных решеток к бункерам;

д) механизацию очистки литья и съема опок с конвейерных тележек;

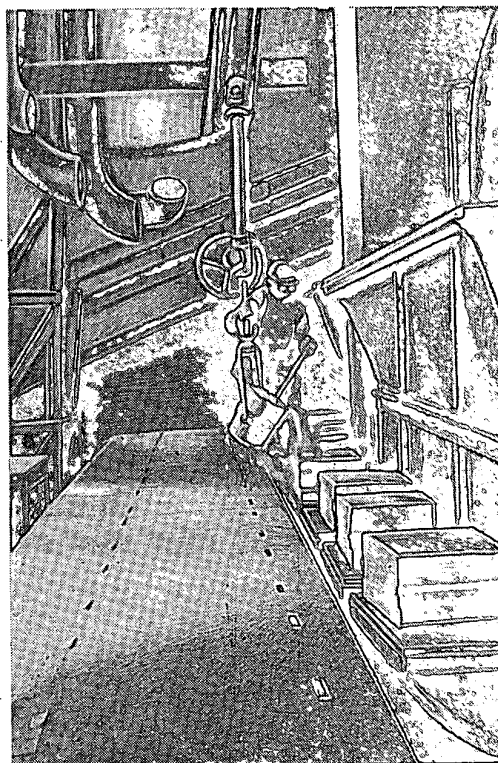
е) применение разливочных приспособлений на участке заливки.

Во вторую очередь предполагалось механизировать загрузку вагранок и выброс горелой земли. На фиг. 1 представлено механизированное чугунолитейное отделение. К нему пристроено ваграночное отделение, где установлены три вагранки, работающие



Фиг. 3. Формовочный участок.

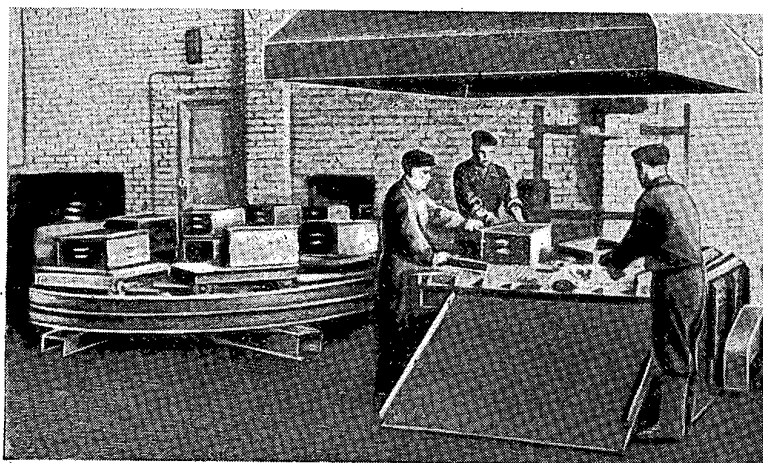
поочередно: в то время как одна находится в действии, другую охлаждают, а третью готовят к следующей плавке. К ваграночной примыкает крытый шихтовый двор, пока оснащенный лишь кран-балкой (проект предусматривает использование мостового крана с магнитной шайбой и грейфером, тележки-весов, суточных бункеров и чушколома). Из вагранки металл поступает в ковш, подвешенный на электротельфере, которым подается к разливочному монорельсу, снабженному двумя приспособлениями для разливки (фиг. 2). Заливочное отделение отгорожено от формовочного стеной с проемами для прохода кон-



Фиг. 4. Подача конвейером форм на заливку.

вейера. Вдоль конвейеров установлены формовочные машины РСМ, над каждой из которых имеется бункер для формовочной земли (фиг. 3). Во время работы формовщик обращен спиной к конвейеру, что обуславливает минимум движений.

На заливку формы подаются конвейером (фиг. 4); затем они проходят через охлаждающий кожух, откуда производится принудительный отсос газов, выделяющихся из залитых форм. У места выбивки опок смонтирован пневмотолкатель, подающий опок с платформ на вибрационную решетку. Очищенную от земли опок при помощи возвратной платформы направляют к рабочим местам формовщиков (фиг. 5). Выбитые детали вручную загружают в металлический ящик, который переправляют кран-балкой на площадку очистных барабанов, также загружаемых ручным способом. При разгрузке барабаны поворачивают, и детали по наклонной плоскости поступают на отделку.



Фиг. 5. Подача конвейером опок на рабочие места формовщиков.

Стержневое отделение не реконструировали. Много внимания уделяли механизации работы землеприготовительного отделения. Теперь обратная земля через выбивную решетку проваливается на ленточный транспортер, находящийся в траншее. Конечный шкив транспортера снабжен магнитным сепаратором, отделяющим выплески металла из земли при подаче ее в ковшевой элеватор. Из последнего, через полигональное сито, земля по ленточному транспортеру, расположенному параллельно прежнему транспортеру для подачи свежего песка, подается в бункеры, находящиеся над бегунами. Дозатор у входного отверстия бункеров обеспечивает поступление в бегуны 90—100% земли. Связкой служит эмульсия огнеупорной глины. После перемешивания формовочная земля через люк в днище бегунов поступает сначала на горизонтальный ленточный, затем на наклонный транспортер, а оттуда — в аэратор. Вращая ленточный транспортер в противоположную сторону, можно направлять стержневую смесь и смесь для отделения точного литья в тару, перевозимую электротельфером. Обычно указанные смеси готовят два правых бегуна; два левых перерабатывают формовочную смесь.

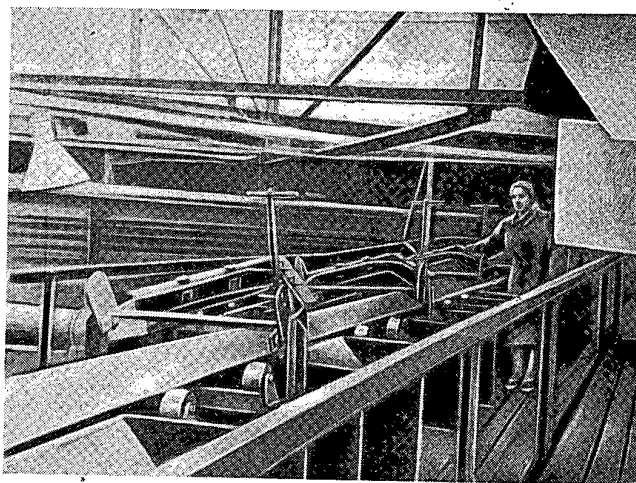
Из аэратора земля вновь поступает на наклонный участок ленточного транспортера, переходящий далее в горизонтальную ветвь, с которой земля перевозится двумя транспортерами, проходящими над формовочными машинами, а с них скребками, вручную, направляется в бункеры (фиг. 6).

Вентиляционная система включает 21 установку. Основные из них сконцентрированы на участках плавки; заливки, охлаждения форм, выбивки и отделки деталей. Отсасывающие устройства размещены над копильниками вагранок и вдоль участка заливки. Охлаждающая конвейерная линия закрыта коробом,

присоединенным к мощному вентилятору. Над каждой выбивной решеткой имеется зонт, к которому подключен вытяжной вентилятор. Вытяжка осуществляется одновременно и с ленточного транспортера, проходящего под решетками. Участок заливки оборудован приточной душирующей системой. Обеспечивается подача мощного потока свежего воздуха в формовочный зал и на выбивной участок. Отсасывающая вентиляция смонтирована также и в землеприготовительном отделении.

В результате предпринятой переделки значительно улучшились условия труда литейщиков. Уже в конце первого месяца работы производительность формовщиков увеличилась вдвое; производственная программа механических цехов была выполнена. Однако имеются и недостатки. Так, например, элеватор, подающий обратную землю в полигональное сито, часто забивается землей и не обеспечивает нормальной работы транспортера. Поэтому решено увеличить емкость ковшей элеватора. Неудовлетворительно действуют также электротельферы на раздаточном монорельсе, вследствие несовершенства токоприемных устройств. Очевидно, более надежна кран-балка. Недостаточно снабжение шихтовыми материалами, расход которых в связи с повышенной программой резко возрос.

В качестве положительного фактора следует отметить переход отделения на работу в две смены; прежде на долю третьей, ночной смены приходился наибольший процент брака. Как показывают расчеты, затраты на реконструкцию окупятся примерно через полтора года.



Фиг. 6. Подача ленточным транспортером формовочной земли в бункеры.

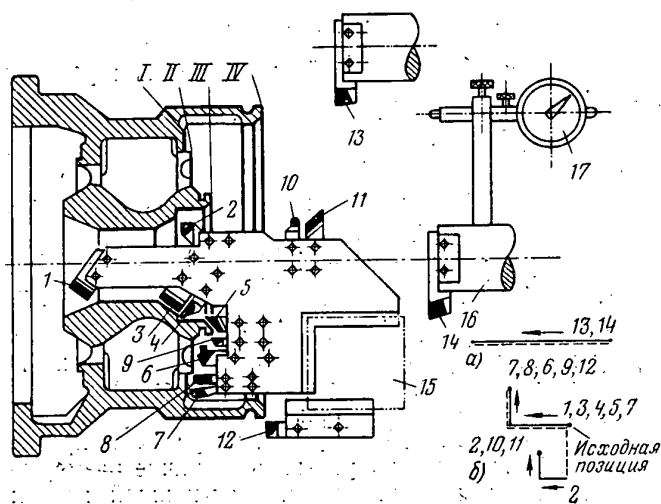
Операционные наладки с многолезцовыми державками

Л. Л. ЛАЗАРЕВ и Г. Д. ЗЕМСКИЙ

В серийном и мелкосерийном производстве все шире применяют операционные наладки с помощью многолезцовых державок. Последовательная обработка отдельных групп поверхностей осуществляется от поперечного суппорта, без поворота резцедержателя. При работе на универсальном токарном оборудовании державку устанавливают в резцедержатель. Если операции ведут на revolverном станке с головкой на вертикальной оси, то появляется возможность закрепить в ее кронштейне несколько инструментов; при этом головка работает также с одной по-

упора, вручную включают поперечную подачу вперед, и резцы 7, 8, 9 и 12 начинают подрезать торцы I, II, III, IV, а фасонный резец 6 образует цилиндрический пояс и канавку; резцы 1, 2, 3, 4, 5, 10 и 11 в резании не участвуют. После достижения необходимых размеров детали подачу отключают, и державку отводят в новое исходное положение (показано пунктиром), причем резец 2 устанавливают в рабочее положение. Включив продольную подачу суппорта, обтачивают наружную поверхность обода. Подача прекращается от второго, автоматически срабатывающего упора; при этом опять-таки по выборке мертвого хода упора резцы 2, 10 и 11 занимают строго определенное положение. Используя поперечную подачу суппорта, этими резцами вытачивают две фаски и канавку на ободке барабана. Далее подводят revolverную головку; включив ее продольную подачу, снова обтачивают обод сначала резцом 13, а затем окончательно резцом 14.

Последний размер фиксируют посредством индикаторной головки, набегающей на торец IV и закрепленной в кронштейне revolverной головки. Индикаторные упоры делают описываемый способ значительно более эффективным, так как позволяют определять действительные размеры под резцом и

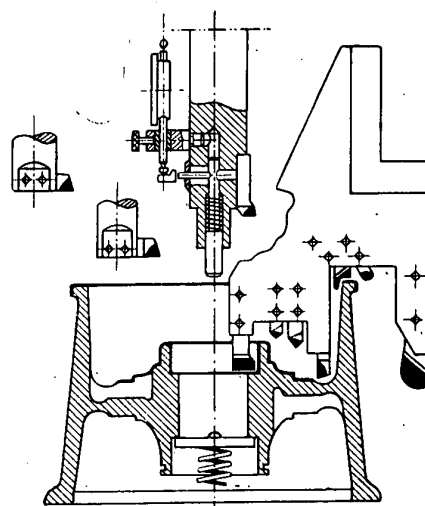


Фиг. 1. Схема обработки барабана 12-резцовой державкой.

а—схема движения revolverной головки; б—схема движения суппорта; 1—14—резцы; 15—резцедержатель; 16—центральная державка; 17—индикатор; I—IV—обрабатываемые торцы.

зиции, т. е. без поворота. Практика показывает, что многолезцовые державки дают наибольший эффект на revolverных станках, снабженных суппортом, и на одностоечных карусельно-токарных станках. Особенно рационально применять операционные наладки многолезцовыми державками при изготовлении деталей из легких и магниевых сплавов.

На фиг. 1 показана схема обработки съемной стороны барабана 12-резцовой державкой. По лимбу устанавливают суппорт в исходное поперечное положение, при котором, осуществляя продольную подачу, резцом 1 вытачивают втулки барабана необходимых размеров, резцами 3 и 5 срезают фаски, резцом 4 обрабатывают поверхность под кольцо подшипника, а резцом 7 образуют внутренний пояс обода и фиксируют начало торца I. Указанные инструменты заканчивают резание с помощью одного жесткого автоматического упора. По выборке мертвого хода



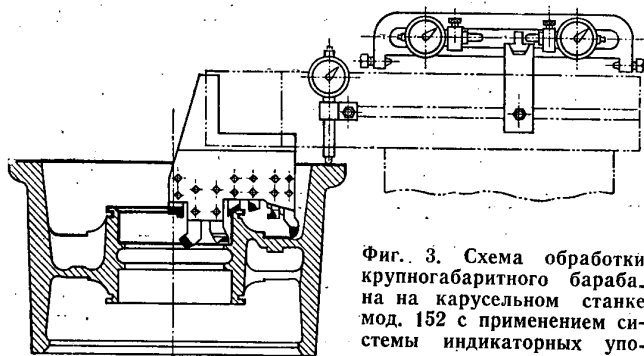
Фиг. 2. Схема обработки малогабаритного барабана многолезцовою державкой на станке мод. 1М36.

гораздо точнее устанавливать их в пределах наименьшего поля допуска.

На фиг. 2 показана схема обработки малогабаритного барабана. Здесь использована специальная державка, несущая индикаторную головку. Последняя

обеспечивает точность размера при набегании штыря державки на шайбу, имеющую постоянный контакт с обработанным торцом, от которого выдерживается размер. Как видно из схемы, на револьверной головке установлены три державки.

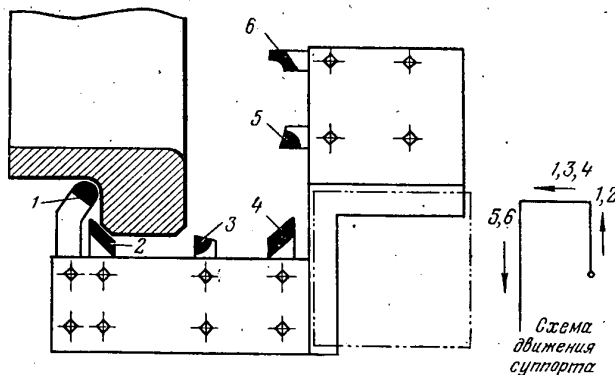
Во многих случаях целесообразно применять систему индикаторных упоров. Так, выполняя сложную и требующую большой точности операцию на карусельном станке мод. 152, используют систему из пяти



Фиг. 3. Схема обработки крупногабаритного барабана на карусельном станке мод. 152 с применением системы индикаторных упоров.

индикаторных упоров (фиг. 3); два из них расположены на револьверной головке, а три — на боковом суппорте. Упоры контролируют вертикальную и горизонтальную подачи.

Многорезцовые державки можно применять для обработки деталей сложной и простой конфигурации.



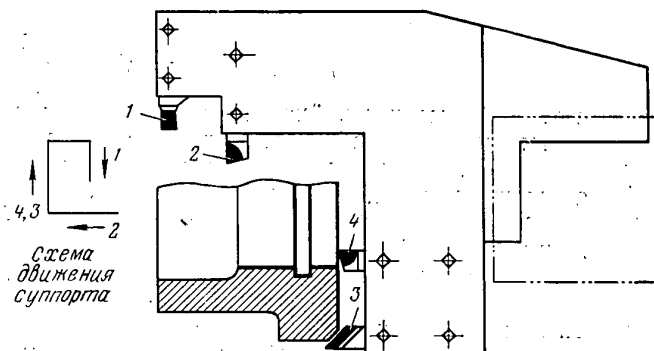
Фиг. 4. Многорезцовая державка для обработки поверхностей без поворота резцедержателя.

1—6—резцы.

На фиг. 4 и 5 показаны многорезцовые державки, обработка которыми выполняется без поворота резцедержателя. При точении деталей из магниевых сплавов наряду с подобными державками можно широко использовать резцы с фасонными лезвиями (фиг. 6).

Следует учитывать, что при внедрении операционных наладок возникает ряд вопросов. Так, например, большую роль играет правильный выбор температурного режима и точности обработки; мощности привода и силовой нагрузки на державку; режимов ре-

зания в соответствии с жесткостью системы станок — деталь — инструмент и другими факторами; обеспечение нормального выхода стружки; методика наладки и подналадки, а также стойкость и геометрия рез-

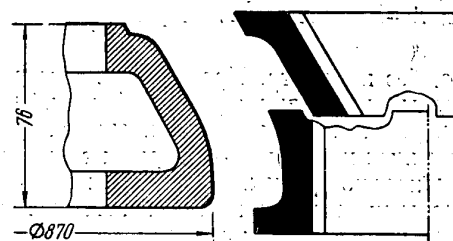


Фиг. 5. Универсальная четырехрезцовая державка для обработки типовых деталей без поворота резцедержателя.

1—4—резцы.

цов, поддержание хорошей видимости при резании и т. п.

Во время точения многорезцовыми державками в зоне резания каждого резца образуется большое количество тепла, вследствие чего деталь интенсивно нагревается. При обработке деталей из магниевых сплавов температурные деформации (а следовательно, и временное искажение размеров) особенно значительны. Это усугубляется тем, что резание указанных сплавов благодаря их хорошей обрабатываемости обычно осуществляют на высоких режимах. В результате измеряются искаженные на определенную величину размеры. Такие «горячие размеры» необходимо учитывать даже при больших допусках, например 0,4—0,5 мм. Когда поля допусков не превышают 0,15 мм, следует уточнить «горячие размеры» на нескольких первых экземплярах каждой партии деталей. Для этого нужно определить их температуру непосредственно после обработки, в частности в области поверхностей резания. Наиболее надежным



Фиг. 6. Схема образования профиля крупногабаритной реборды фасонными резцами.

способом является измерение температуры при назначенных режимах на опытном образце. Однако надо учитывать, что у магниевых сплавов больше всего температура зависит от скорости резания (в сторону резкого повышения) тогда, когда последняя не превышает 500 м/мин. При этом в зоне резания температура достигает 300° С. Рекомендуется применять умеренные скорости резания и большие глубины и

подачу. Высокая скорость резания затрудняет выход стружки из-за вынужденно стесненного положения резцов. При мгновенных скоплениях стружки при большой скорости могут происходить поломки инструмента.

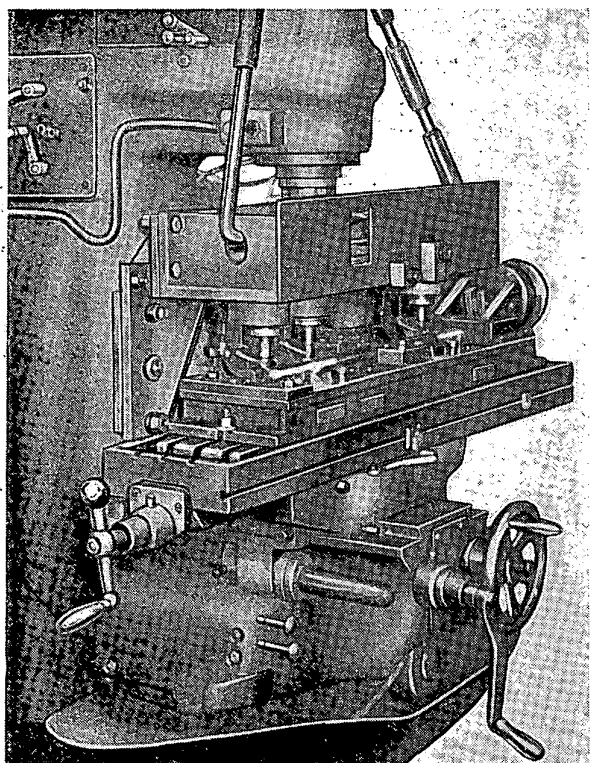
Температура в зоне резания зависит от геометрии резцов. Например, при резании сплава МЛ5 колебания переднего угла γ в пределах $4-22^\circ$ вызывают изменения температуры более чем на 100°C . Если этот угол превышает 22° , температура в зоне резания возрастает, стружка часто загорается, и резко

ухудшается чистота обработанной поверхности. Влияние изменения заднего угла α аналогично. Оптимальная величина такого угла $8-13^\circ$. Вполне оправдали себя на практике резцы с пластинками из твердого сплава ВК8. При многорезцовой обработке деталей из магниевых сплавов стойкость резцов составляет 900—1000 мин., что обеспечивает бесперебойную обработку очень большой партии. В большинстве случаев износ резцов практически не влияет на точность обработки. Все резцы рекомендуется перетачивать одновременно.

Многошпиндельные головки для фрезерования шпоночных пазов в валах

Ю. М. ИВАНОВ

Опыт применения в массовом производстве

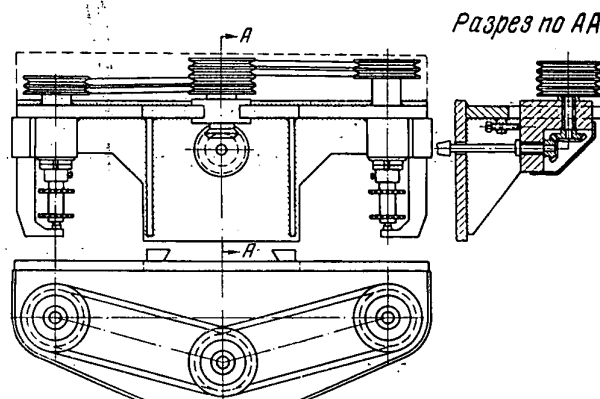


Фрезерование трех шпоночных пазов вала при помощи трехшпиндельной головки.

На одном из заводов широко внедряются многошпиндельные головки для фрезерования шпоночных пазов в валах.

Для фрезерования двух шпоночных пазов вала, расположенных на расстоянии более 1 м друг от дру-

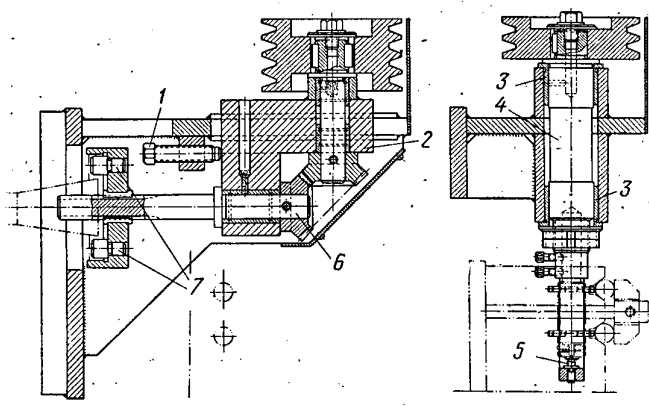
га, конструктором В. А. Сиделкиным разработана оригинальная конструкция двухшпиндельной головки (фиг. 1) к горизонтально-фрезерному станку. Обработку двух валов одновременно ведут в быстродействующем приспособлении, оборудованном пневмоприводом. Фрезерная головка снабжена клиноременной передачей, что обеспечивает плавность работы. Головка состоит из трех валов с закрепленными на них рабочими шкивами.



Фиг. 1. Принципиальная схема двухшпиндельной фрезерной головки.

Привод центрального шкива головки осуществляется от шпинделя станка через пару конических зубчатых колес. Горизонтальный вал 6 головки (фиг. 2) сопряжен своим конусом со шпинделем станка и с помощью опоры 7 жестко соединен с ним. Шпиндель расположен в двух подшипниках скольжения 3 и соединен цилиндрическим гнездом с оправкой, на которой установлен набор из двух дисковых фрез. Винтом 1 можно регулировать положение ползуна 2 и тем самым — натяжение ремней передачи.

Консольная часть вала имеет дополнительную опору 5, обеспечивающую необходимую жесткость. Оба шпинделя — одинаковой конструкции. Рабочие дета-

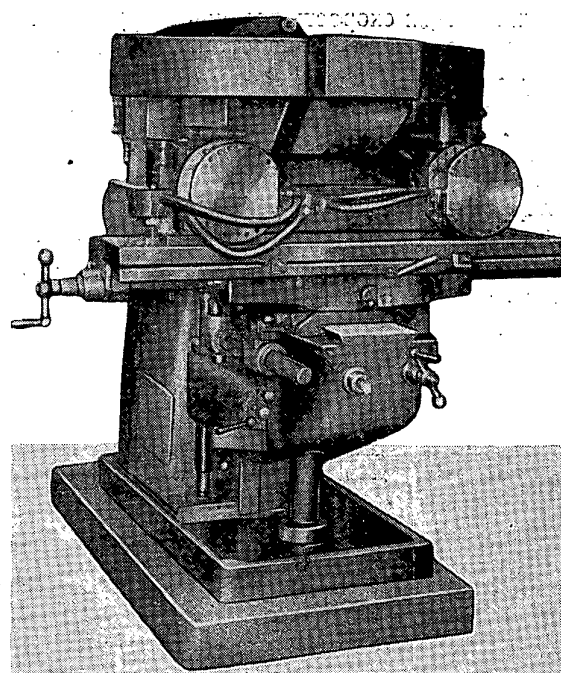


Фиг. 2. Двухшпиндельная фрезерная головка.

1—винт; 2—ползун; 3—подшипник скольжения; 4—шпиндель; 5—дополнительная опора; 6—горизонтальный вал; 7—опора.

ли фрезерной головки закрыты металлическим кожухом. Монтаж ее на станке несложен и выполняется обычными способами.

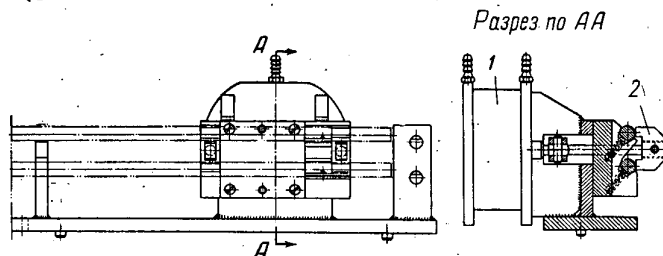
Обрабатываемые детали устанавливают в базовых призматических гнездах, жестко соединенных с кор-



Фиг. 4. Фрезерование шпоночных пазов на двух валах одновременно.

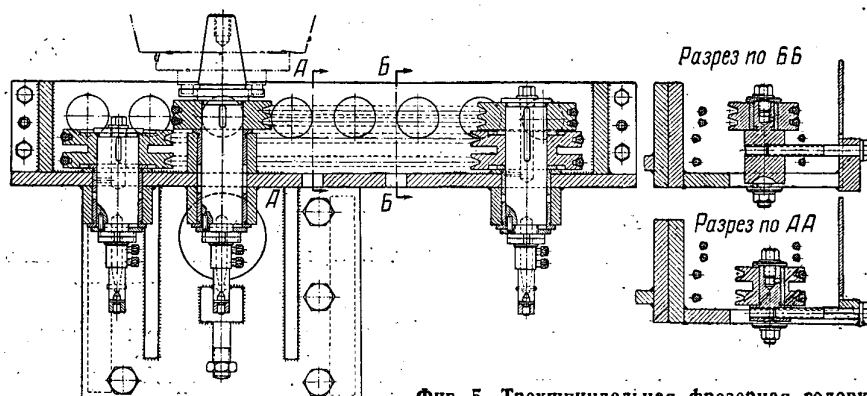
закрепление двух валов с обеих сторон одновременно. Таким образом, поперечная подача стола станка позволяет фрезеровать одновременно четыре шпоночных паза на двух валах (фиг. 4). Эту операцию может выполнять рабочий низкой квалификации с минимальной затратой физического труда.

На заводе обрабатывают также валы длиной 715 мм, диаметром 28,5 мм с тремя шпоночными пазами. Для этого используют трехшпиндельную фрезерную головку (фиг. 5), установленную на вертикально-фрезерном станке. Конструкция ее аналогична устройству двухшпиндельной головки.



Фиг. 3. Крепежное приспособление к горизонтально-фрезерному станку.

1—пневмоцилиндр; 2—прижим.



Фиг. 5. Трехшпиндельная фрезерная головка.

пусом приспособления (фиг. 3). Прижим 2 соединен штифтом со штангой, которая может перемещаться возвратно-поступательно от штока пневмопривода.

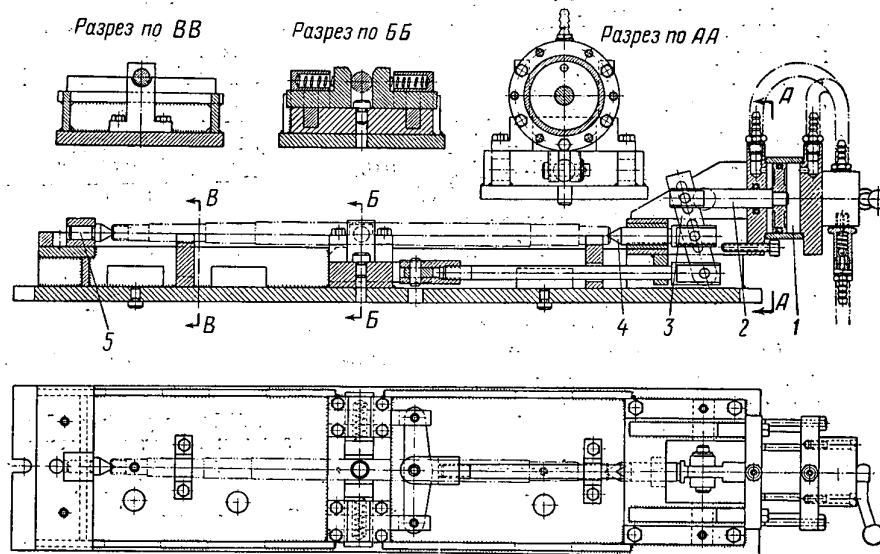
Приспособление снабжено двумя пневмоцилиндрами 1, работающими синхронно и обеспечивающими

Ведущий центральный шкив жестко закреплен на валу, соединенном своим конусом со шпинделем станка. Центральный вал служит рабочим шпинделем головки. Через клиноременную передачу от ведущего шкива движение передается двум другим рабочим

шпинделям. Фрезерная головка дополнительно прикреплена к хоботу станка двумя тягами.

Обрабатываемую деталь устанавливают в центрах быстродействующего приспособления с дополнительным прижимом и пневмоприводом (фиг. 6). К кор-

Одним концом деталь опирается на неподвижный центр 5. При передвижении кулисы вправо подвижной центр 4 поджимает свободный конец вала; одновременно перемещается штанга дополнительного зажима. Фрезерование трех шпоночных пазов вала



Фиг. 6. Быстродействующее крепежное приспособление.

1—пневмоцилиндр; 2—шток; 3—кулиса; 4—подвижной центр; 5—неподвижный центр.

пусу приспособления крепится пневмоцилиндр 1. Шток 2 соединен с кулисой 3 посредством прямых пазов и штифтов. Средняя часть кулисы связана с центром 4, движущимся возвратно-поступательно, а нижняя — со штангой дополнительного зажима.

осуществляют за счет поперечной подачи стола станка (см. фигуру в начале статьи).

Внедрение двух- и трехшпиндельной фрезерных головок увеличило производительность труда в 3,5 раза и обеспечило хорошее качество деталей.

Влияние жесткости системы станок—деталь—инструмент на стойкость режущего инструмента при обработке жаропрочных сплавов

Канд. техн. наук К. Ф. РОМАНОВ и С. А. ГОЛУБЕВ

Увеличение жесткости системы повышает стойкость резцов и сверл в несколько раз

В авиадвигателестроении широко применяют жаропрочные сплавы на никелевой основе. Отличаясь большой прочностью при высоких температурах, они характеризуются очень низкой обрабатываемостью резанием.

Твердые сплавы, на использовании которых основано скоростное резание конструкционных сталей, мало пригодны для обработки жаропрочных сплавов, особенно при прерывистом резании. Поэтому инструмент для обработки жаропрочных сплавов изготавливают обычно из быстрорежущей стали. Однако даже

лучшие марки такой стали (например, P18, P9K5) не обеспечивают достаточной стойкости инструмента, в результате чего режимы резания при изготовлении деталей чрезвычайно низки.

Причины низкой стойкости инструмента из различных инструментальных материалов при обработке жаропрочных сплавов еще полностью не выяснены. Существует ряд предположений, но большинство из них не подтверждено экспериментально.

При использовании недостаточно жестких по конструкции станков, приспособлений и режущего инст-

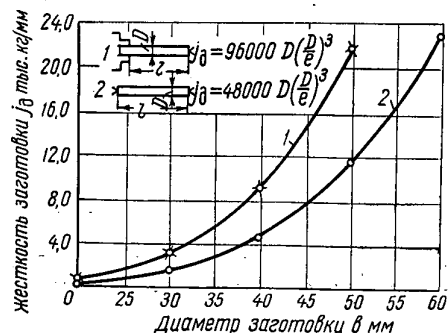
румента стойкость последнего резко снижается. При этом, как показала практика, даже значительное улучшение условий резания с сохранением постоянной, но малой жесткости отдельных элементов или всей системы: станок — деталь — инструмент может не привести к повышению стойкости инструмента. В таком случае улучшение условий резания следует начинать с увеличения жесткости системы. Известно также, что жесткость является важнейшим фактором, влияющим на частоту колебаний и виброустойчивость работы станка, от которых в большой степени зависит интенсивность износа режущего инструмента.

С целью выяснения непосредственной зависимости стойкости инструмента от жесткости системы были исследованы два вида обработки жаропрочных сплавов резанием: точение (определялось влияние жесткости станка и обрабатываемой детали на стойкость инструмента) и сверление (устанавливалось влияние жесткости самого инструмента на его стойкость). Ниже изложены результаты опытов.

Стойкость инструмента при точении в зависимости от жесткости станка и обрабатываемой детали

При обточке цилиндрической заготовки по мере стачивания материала диаметр ее, а следовательно, и жесткость уменьшаются.

Начиная с некоторого диаметра, при неизменных условиях резания стойкость инструмента становится ниже, чем при точении заготовки большего диаметра. Такое явление можно объяснить только влиянием жесткости. В самом деле, если обратиться к известным формулам * и подсчитать величину жесткости



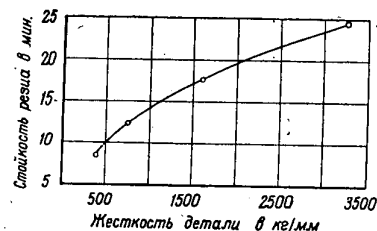
Фиг. 1. Зависимость жесткости от диаметра заготовки при различных видах установки на токарном станке.

для различных диаметров заготовки, то легко убедиться, что с уменьшением диаметра жесткость последней резко снижается. Это видно из фиг. 1, где построены кривые зависимости жесткости от диаметра стальной заготовки, установленной в одном случае в патроне и поджатой центром задней бабки (кривая 1), а в другом случае — в центрах станка (кривая 2). Длина заготовки принята равной 300 мм.

* Соколовский А. П. Расчеты точности обработки на металлорежущих станках. Машгиз, 1952.

В обоих случаях жесткость заготовки в сильной степени зависит от ее диаметра. Так, например, при уменьшении диаметра с 60 до 20 мм, т. е. в 3 раза, жесткость заготовки снижается с 23 000 до 300 кг/мм, т. е. более чем в 76 раз (кривая 2).

Поэтому зависимость стойкости инструмента от жесткости обрабатываемой детали определяли, обтачивая заготовки различных диаметров при постоянном режиме резания. Материалом служил жаропрочный сплав ЭИ617. Диаметр заготовки изменялся с 41 до 21 мм при постоянной длине 300 мм; жесткость



Фиг. 2. Зависимость стойкости резцов из стали Р18 от жесткости обрабатываемой детали при точении сплава ЭИ617.

Скорость резания 7 м/мин; подача 0,2 мм/об; глубина резания 1 мм.

соответственно изменялась с 4000 до 350 кг/мм. Результаты испытаний показаны на фиг. 2*, откуда видно, что жесткость обрабатываемой детали существенно влияет на стойкость режущего инструмента: при изменении жесткости с 400 до 3200 кг/мм стойкость резцов повышается с 9 до 25 мин.

Следует отметить, что жесткость деталей сложной конфигурации (типа лопаток) иногда можно определить только опытным путем. Для этого замеряют максимальную деформацию детали под действием различных нагрузок (близких к силам, действующим при обработке детали) в рабочем приспособлении или специальном, установочные базы которого соответствуют рабочему приспособлению.

Тогда жесткость детали

$$j_d = \frac{P}{y},$$

где P — нагрузка в кг;

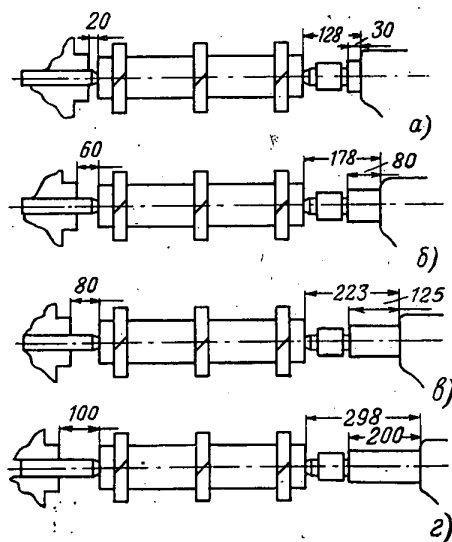
y — деформация (прогиб) детали в мм.

Влияние жесткости станка на стойкость инструмента определяли при непрерывном точении коротких заготовок длиной 120 мм, жесткость которых значительно превосходила жесткость станка и его узлов. В начале испытаний диаметр заготовки был равен 44 мм, что соответствовало жесткости 104 000 кг/мм. Опыты прекращали, когда диаметр заготовок уменьшался до 30 мм при жесткости 22 500 кг/мм. Тем самым исключалось влияние жесткости самой детали на результаты испытаний.

Опыты проводили на заготовках, установленных в центрах; жесткость станка регулировали, изменяя вы-

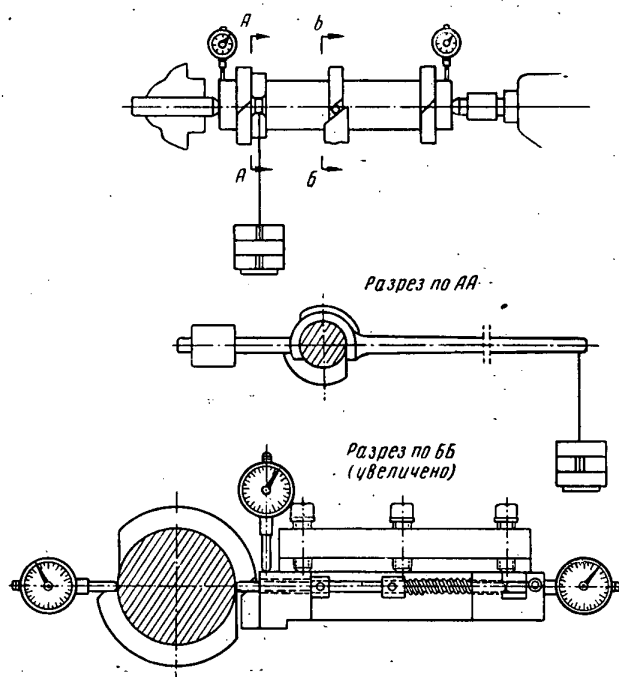
* Так как в процессе опыта с уменьшением диаметра жесткость заготовки также снижается, то для построения графика были взяты средние значения жесткости в начале и конце опыта.

лет пиноли задней бабки и выдвигая на различную величину передний центр, зажатый в патроне. Положения (а, б, в, г) пиноли и переднего центра, а так-



Фиг. 3. Схема установок для получения различной жесткости токарного станка.

- а — $j_r = 1720$ кг/мм, $j_b = 1540$ кг/мм;
 б — $j_r = 1520$ кг/мм, $j_b = 1380$ кг/мм;
 в — $j_r = 1260$ кг/мм, $j_b = 990$ кг/мм;
 г — $j_r = 800$ кг/мм, $j_b = 820$ кг/мм.

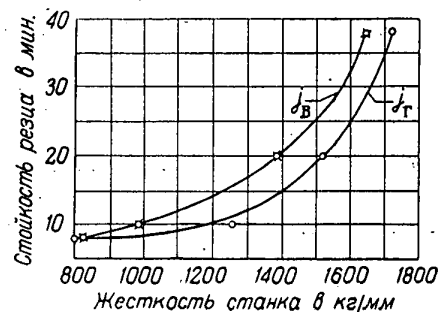


Фиг. 4. Схема устройства для замера жесткости токарного станка.

же соответствующие этим положениям значения горизонтальной j_r и вертикальной j_b жесткости станка приведены на фиг. 3. Жесткость узлов станка измеряли с помощью устройства (фиг. 4), обеспечива-

ющего одновременное нагружение узлов всеми тремя составляющими силами.

Обычно при выяснении влияния жесткости на точность обработки учитывают только горизонтальную жесткость; жесткость же станка в вертикальной плоскости не проверяют, считая, что точность обработки мало зависит от вертикальной жесткости.



Фиг. 5. Зависимость стойкости резцов из стали Р18 от жесткости станка при точении сплава ЭИ617.

Скорость резания 7 м/мин; подача 0,2 мм/об; глубина резания 1 мм.

В рассматриваемом случае при установлении влияния жесткости на стойкость режущего инструмента деформацию узлов определяли как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости, так как нет никаких оснований полагать, что вертикальная жесткость станка не влияет на стойкость инструмента.

Результаты опытов, представленные на фиг. 5, показывают, что вертикальная жесткость станка может быть меньше горизонтальной и оказывать более сильное влияние на стойкость.

Из сравнения фигур 2 и 5 следует, что жесткость станка (как горизонтальная, так и вертикальная) влияет на стойкость режущего инструмента больше, чем жесткость обрабатываемой детали. Так, при изменении горизонтальной жесткости станка с 800 до 1700 кг/мм стойкость резцов повышается с 8 до 34 мин.

Зависимость стойкости инструмента от его жесткости при сверлении

Увеличение стойкости сверл и производительности сверления при обработке деталей из жаропрочных сплавов является чрезвычайно важной задачей, поскольку количество таких деталей в одной машине обычно весьма значительно, а низкая обрабатываемость указанных сплавов особенно ощутима при сверлении. После безуспешных попыток повысить стойкость обычных винтовых сверл за счет различных вариантов ваточки и применения всевозможных составов смазочно-охлаждающих жидкостей авторы решили исследовать влияние жесткости сверл на их стойкость. Показатели, характеризующие влияние жесткости на стойкость инструмента при точении, дали основание полагать, что в условиях сверления фактор жесткости играет еще большую роль. В самом деле, отверстия обычно сверлят в условиях не-

высокой жесткости, причем основным нежестким элементом является само сверло. Значительный вылет сверла, наличие канавок и нескольких лезвий, работающих одновременно под воздействием осевой силы и крутящего момента, в условиях сверления труднообрабатываемых жаропрочных сплавов представляют собой факторы, степень влияния которых на стойкость в первую очередь должна зависеть от жесткости инструмента. Очевидно, что продольный изгиб и скручивание сверл в этих условиях влияют значительно сильнее, чем при обработке других материалов.

Как известно, для расчета продольного изгиба цилиндрических стержней, концы которых закреплены различными способами, применяют формулы Эйлера; их можно свести к одному общему виду*:

$$P_{кр} = \frac{KEI}{l^2}, \quad (1)$$

где $P_{кр}$ — критическая сила, вызывающая продольный изгиб стержня;

K — коэффициент, зависящий от способа закрепления концов стержня;

E — модуль упругости;

I — момент инерции поперечного сечения стержня;

l — длина стержня.

Из формулы (1) следует, что из всех составляющих наибольшее влияние на продольный изгиб оказывает длина стержня: чем он длиннее, тем меньшая сила требуется для того, чтобы вызвать его продольный изгиб, причем степень падения критической силы вдвое выше степени увеличения длины стержня.

Последняя влияет также на величину угла скручивания:

$$\varphi = \frac{2Ml}{\pi R^4 G}, \quad (2)$$

где M — крутящий момент;

l — длина стержня;

R — радиус стержня;

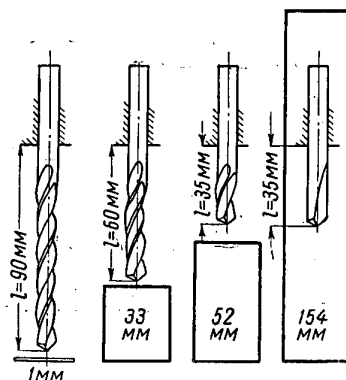
G — модуль сдвига.

Таким образом, длина стержня является важнейшим фактором, определяющим его жесткость.

Все вышесказанное можно отнести и к работе сверл, так как они также представляют собой цилиндрические стержни и отличаются лишь наличием винтовых канавок. Эти канавки делают сверла менее устойчивыми против продольного изгиба и скручивания по сравнению со сплошными цилиндрическими стержнями; следовательно, длина сверл влияет на их жесткость в большей степени, чем длина подобных стержней. Поэтому испытывали винтовые сверла одного диаметра (8,3 мм)**, но различной длины: 125; 95 и 70 мм; вылет сверл из патрона составлял соответственно 90, 60 и 35 мм. При испытании сверлили сплав АНВ300 — один из наиболее труднообрабатываемых жаропрочных сплавов. В результате было за-

фиксировано, что, чем короче и, следовательно, жестче сверло, тем выше его стойкость (фиг. 6)*.

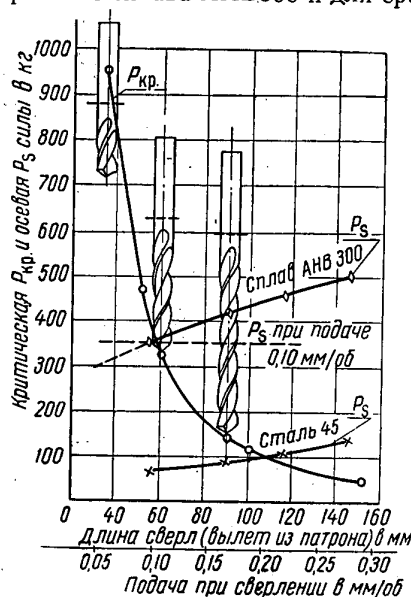
Для выявления наличия продольного изгиба и скручивания у сверл, показывающих наиболее низ-



Фиг. 6. Зависимость стойкости сверл от их жесткости при сверлении сплава АНВ300.

Диаметр сверла 8,3 мм; скорость резания 1,9 м/мин; подача ручная ~0,05—0,10 мм/об. В столбцах указана суммарная глубина отверстий, просверленных одним сверлом до переточки.

кую стойкость при испытаниях, провели серию опытов по определению осевых сил и крутящего момента при обработке сплава АНВ300 и для сравнения —



Фиг. 7. Зависимость критической силы от длины сверл и осевой силы от подачи при сверлении сплава АНВ300 и стали 45.

стали 45. Полученные данные по осевым силам P_s сопоставлены со значениями критической силы $P_{кр}$ для испытанных сверл (фиг. 7).

* Для сравнения на фиг. 6 приведена стойкость сверл с косыми канавками.

* Динник А. Н. Продольный изгиб. Кручение. Изд. АН СССР, 1955.

** Эта величина выбрана вследствие того, что она равна диаметру сверла, применяемого в производстве при сверлении отверстий в деталях из сплава АНВ300.

При построении кривой зависимости критической силы от длины сверла (вылета из патрона) использовали формулу Эйлера для стержня, один конец которого жестко закреплен, а другой — свободен, т. е.

$$P_{кр} = 2,46 \frac{EI}{l^2} \quad (3)$$

Такой случай, как указывает Г. Н. Титов *, наиболее соответствует условиям работы цилиндрического сверла, закрепленного в патроне. Модуль упругости E был принят равным $20\,000 \text{ кг/мм}^2$.

Момент инерции винтового сверла **

$$I = 0,005 D^4, \quad (4)$$

где D — диаметр сверла.

В рассматриваемом случае ($D = 8,3 \text{ мм}$) момент инерции сверла, подсчитанный по формуле (4), составляет $23,7 \text{ мм}^4$.

Вылет сверл из патрона l равен 30; 35; 50; 60; 90; 100 и 150 мм.

Результаты подсчета $P_{кр}$ по формуле (3) приведены в табл. 1.

Таблица 1

Критическая сила, вызывающая продольный изгиб винтовых сверл диаметром 8,3 мм с различным вылетом из патрона

Вылет сверла из патрона в мм	Критическая сила в кг
30	1300
35*	950*
50	470
60*	325*
90*	144*
100	118
150	52

* Данные относятся к сверлам, испытанным при сверлении сплава АНВ300.

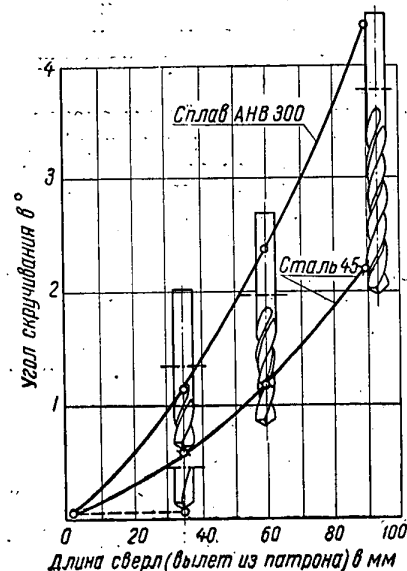
Из фиг. 7 следует, что для сверла длиной 90 мм критическая сила равна 144 кг, а осевая сила P_s составляет 355 кг (при подаче $S = 0,1 \text{ мм/об}$), т. е. превышает критическую более чем на 200 кг. Отсюда вытекает, что сверло длиной 90 мм при сверлении сплава АНВ300 подвергается сильному продольному изгибу. Следовательно, в этом и заключается основная причина низкой стойкости данного сверла.

Сверло длиной 60 мм работает в более благоприятных условиях: критическая сила здесь равна

* Титов Г. Н. Прочность металлорежущих инструментов. Машгиз, М.—С., 1947.

** Формула для момента инерции винтового сверла выведена по методу Г. Н. Титова. Однако по Г. Н. Титову $I = 0,004 D^4$, что не соответствует формуле 4. Очевидно, указанное несоответствие вызвано ошибкой Г. Н. Титова, допущенной им при выводе формулы.

325 кг, а осевая, как и для первого сверла, составляет 355 кг; т. е. превышает критическую всего лишь на 30 кг. Поэтому сверло испытывает очень незначительный продольный изгиб, вследствие чего и стойкость его, как видно из фиг. 6, значительно выше стойкости сверла длиной 90 мм. В еще лучших условиях работает сверло длиной 35 мм. Критическая сила в этом случае превосходит осевую более чем на 600 кг, т. е. такое сверло не только не подвергается



Фиг. 8. Зависимость угла скручивания от длины сверл при сверлении сплава АНВ300 и стали 45.

Скорость резания 1,9 м/мин, подача 0,10 мм/об.

продольному изгибу, но и еще имеет большой запас прочности. Стойкость его выше, чем у сверла длиной 60 мм. На основании полученных результатов можно заключить, что низкая стойкость более длинных сверл объясняется в первую очередь влиянием продольного изгиба.

Сравним осевые и критические силы при сверлении сплава АНВ300 и стали 45. Из фиг. 7 видно, что осевые силы при сверлении стали 45 значительно ниже, чем для сплава АНВ300; сверла начинают испытывать продольный изгиб лишь при длине свыше 130 мм.

Остается рассмотреть влияние угла скручивания на стойкость сверл. На фиг. 8 показана зависимость этого угла от длины испытанных сверл при сверлении сплава АНВ300 и стали 45. Данные для построения кривых вычислены по формуле (2).

Значения крутящего момента определены опытным путем и составляют для сплава АНВ300 и стали 45 соответственно 70 и 34 кгсм. Вылет сверл из патрона — 35, 60 и 90 мм, модуль сдвига G принят равным $850 \cdot 10^3 \text{ кг/см}^2$.

Вместо R в формулу (2) был подставлен радиус сплошного стержня с такой же площадью поперечного сечения, как у испытанного сверла. Эту

площадь определяли следующим образом. От сверла длиной 90 мм отрезали конец длиной 20 мм и взвешивали его. Затем подсчитывали, какой диаметр, а следовательно, и какую площадь сечения должен иметь сплошной цилиндрический стержень длиной 20 мм, имеющий такой же вес, как отрезанный конец сверла.

Для сверл длиной 60 и 35 мм площадь поперечного сечения возрастала вследствие увеличения сердцевины сверла (1,6 мм на 100 мм длины); соответственно становился большим и диаметр стержня, равновеликого по площади поперечного сечения указанным сверлам.

Таким образом были найдены значения радиусов сплошных цилиндрических стержней, заменяющих собой по площади поперечного сечения испытанные сверла диаметром 8,3 мм. Для сверл длиной 90; 60 и 35 мм радиус был соответственно равен 2,78; 2,95 и 3,1 мм.

Указанные значения были подставлены (в см) в формулу (2) с целью подсчета угла скручивания (табл. 2).

Таблица 2

Углы скручивания винтовых сверл диаметром 8,3 мм с различным вылетом из патрона при сверлении сплава АНВ300 и стали 45

Сверло	Вылет сверла из патрона в мм	Угол скручивания	
		для сплава АНВ300	для стали 45
Винтовое	90	4°24'	2°10'
	60	2°23'	1°10'
	35	1°08'	0°30'
С косыми канавками	35	0°03'	—

Следует отметить, что замена площади поперечного сечения сверла равновеликой площадью поперечного сечения сплошного цилиндрического стержня является известным допущением, не вносящим, однако, в результаты подсчета какую-либо неопределенность.

Указанное допущение обуславливает несколько заниженные результаты подсчета угла скручивания φ , так как, согласно расчетам А. Н. Динника «... при одинаковой площади поперечного сечения, т. е. при одинаковом количестве затраченного материала, из всех сплошных валов круглый вал имеет наибольшую жесткость на кручение...». Следовательно, действительные углы скручивания испытанных сверл несколько выше величин, приведенных в табл. 2.

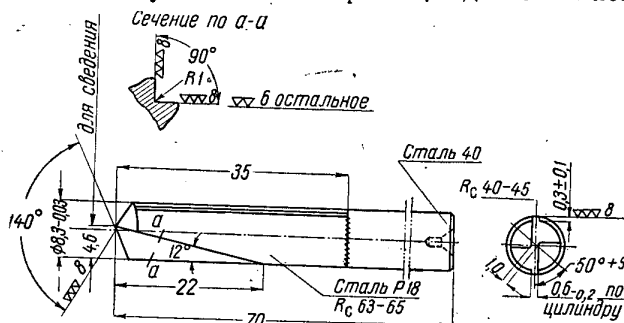
Сравнение фигур 6 и 8, а также табл. 2 показывает, что сверла с минимальной стойкостью испытывают при работе значительное скручивание. В результате можно считать доказанным, что низкая стойкость более длинных винтовых сверл объясняется

* Динник А. Н. Продольный изгиб. Кручение. Изд. АН СССР, 1955.

влиянием продольного изгиба и скручиванием их во время работы, что вызывает вибрации инструмента.

Опытами, а также расчетами сверл на продольный изгиб и скручивание установлено, что дальнейшее уменьшение их длины с целью увеличения жесткости не приведет к существенному повышению стойкости.

Как указывалось выше, сверла длиной 35 мм имеют большой запас прочности на продольный изгиб и, следовательно, не нуждаются в уменьшении длины. Правда, данные сверла при работе скручиваются (угол скручивания превышает 1°), и упомянутым способом этот угол можно сократить. Однако намного



Фиг. 9. Сверло с косыми канавками для сверления отверстий диаметром 8,3 мм в деталях из сплава АНВ300.

уменьшить длину сверла практически невозможно, а небольшое ее сокращение незначительно скажется на угле скручивания. Поэтому были изготовлены сверла принципиально другой конструкции (фиг. 9), с косыми канавками вместо винтовых, более жесткие, чем самые короткие винтовые сверла.

Испытания показали, что новые сверла обладают также и значительно большей стойкостью.

Вследствие усиления поперечного сечения (площадь его резко возрастает от конца сверла к хвостовику) сверла с косыми канавками имеют больший запас прочности на продольный изгиб, а угол скручивания их, как показали расчеты, ничтожно мал (см. фиг. 8 и табл. 2). Этот угол рассчитывали следующим образом. Рабочую часть сверла заменили сплошным коническим стержнем (усеченным конусом), площадь которого в любом поперечном сечении равнялась площади поперечного сечения сверла (фиг. 10).

Угол скручивания определяли по формуле

$$\varphi = \frac{M}{2\pi G [2 - 3 \cos \alpha + \cos^3 \alpha] \sqrt{(z^2 + r^2)^3}} \quad (5)$$

В данном случае крутящий момент $M = 70 \text{ кгс см}$, модуль сдвига $G = 850\,000 \text{ кг/см}^2$, $\alpha = 4^\circ 30'$; $z = 8,27 \text{ см}$, $r = 0,325 \text{ см}$.

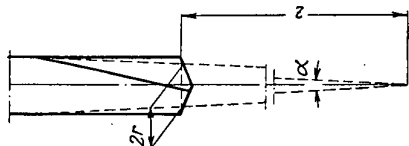
На основе сказанного можно сделать вывод, что повышение жесткости сверла за счет значительного усиления его поперечного сечения привело к еще большему увеличению стойкости.

Следует отметить, что в действительности величина продольного изгиба и скручивания сверл больше приведенных выше значений.

Это объясняется двумя причинами. Во-первых, значения угла скручивания, полученные расчетом, несколько занижены вследствие допущений, о которых

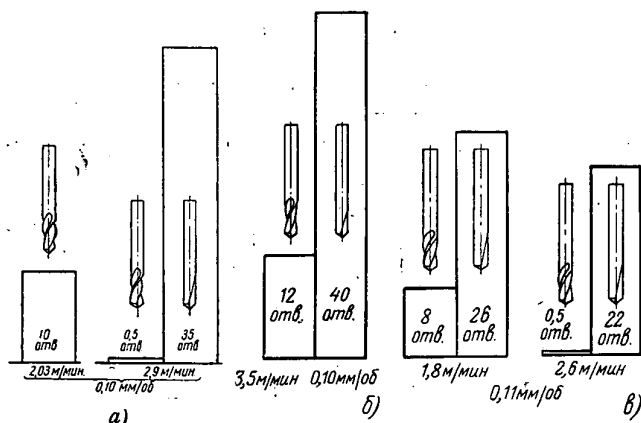
было сказано выше. Во-вторых, при расчетах значений $R_{кр}$ и φ' принимали, что хвостовик сверла жестко закреплен в патроне, и поэтому учитывали только вылет сверла из патрона. В действительности же сверло закреплено в патроне не с идеальной жесткостью, что способствует уменьшению критической силы, вызывающей продольный изгиб, и увеличению угла скручивания.

С этой точки зрения сверло с косыми канавками наиболее пригодно для того, чтобы противостоять как продольному изгибу, так и скручиванию.



Фиг. 10. Схема замены сверла с косыми канавками равновеликим усеченным конусом для подсчета угла скручивания.

Необходимо также отметить, что сверла с косыми канавками и цельной рабочей частью, изготовленной из быстрорежущей стали, отличаются от подобных твердосплавных сверл большей прочностью. Поэтому при сверлении жаропрочных сплавов сверла с косыми канавками более стабильны в работе, чем твердосплавные, которые или часто ломаются (по пазу),



Фиг. 11. Количество отверстий, просверленных сверлами с косыми и винтовыми канавками до переточки, в деталях из различных жаропрочных сплавов.

Под диаграммами указаны применявшиеся скорости резания и подачи:

- а — сплав ЭИ437, диаметр сверла 6,6 мм;
 б — сплав ЭИ617, диаметр сверла 7,5 мм;
 в — сплав АНВ300, диаметр сверла 8,3 мм.

или же у них выкрашиваются пластинки твердого сплава, особенно при низкой жесткости системы. Нужно учитывать, что сверла новой конструкции пригодны лишь для сверления отверстий глубиной не свыше двух диаметров сверла. Однако это ограничение не мешает их широкому использованию, так как глубина отверстий у всех массовых деталей находится в пределах одного диаметра.

В настоящее время сверла с косыми канавками, выполненные из быстрорежущей стали Р18, успешно

применяются в производстве при сверлении деталей из различных жаропрочных сплавов.

Результаты внедрения подобных сверл на одном из заводов приведены на фиг. 11. Для сравнения указаны данные о работе винтовых укороченных сверл.

В заключение следует еще раз подчеркнуть, что при всех видах обработки жаропрочных сплавов резанием необходимо добиваться максимальной жесткости системы станок — деталь — инструмент (применять жесткие конструкции станков, инструментов и приспособлений, люнеты с целью создания дополнительных опор, обеспечивать минимальные люфты в приводах и узлах станка и т. д.). Технологические наладки нужно проверять на жесткость. Ориентировочно можно рекомендовать следующие значения жесткости при обработке деформируемых жаропрочных сплавов:

обрабатываемая деталь — не менее 3000 кг/мм,
 станок — 2500 кг/мм.

Инструмент типа сверл не должен иметь продольного изгиба, а угол скручивания — превышать $0^\circ 30'$.

Определяя влияние жесткости станка на стойкость инструмента, рекомендуется учитывать как горизонтальную, так и вертикальную жесткость станка.

Выводы

1. Жесткость системы станок — деталь — инструмент является одним из наиболее важных факторов, определяющих стойкость инструмента при обработке жаропрочных сплавов резанием.

Опыт показывает, что только за счет увеличения жесткости станка стойкость резцов из быстрорежущей стали можно повысить более чем в четыре раза.

2. В условиях низкой жесткости системы станок — деталь — инструмент средства повышения стойкости инструмента при обработке резанием часто не приводят к желаемым результатам.

3. Одним из основных факторов, обуславливающих низкую стойкость твердосплавного инструмента при обработке жаропрочных сплавов, является недостаточная жесткость системы станок — деталь — инструмент, так как некоторые прочностные свойства твердых сплавов значительно хуже, чем у быстрорежущих сталей.

4. Увеличение жесткости сверл путем уменьшения их длины повышает стойкость при сверлении в несколько раз.

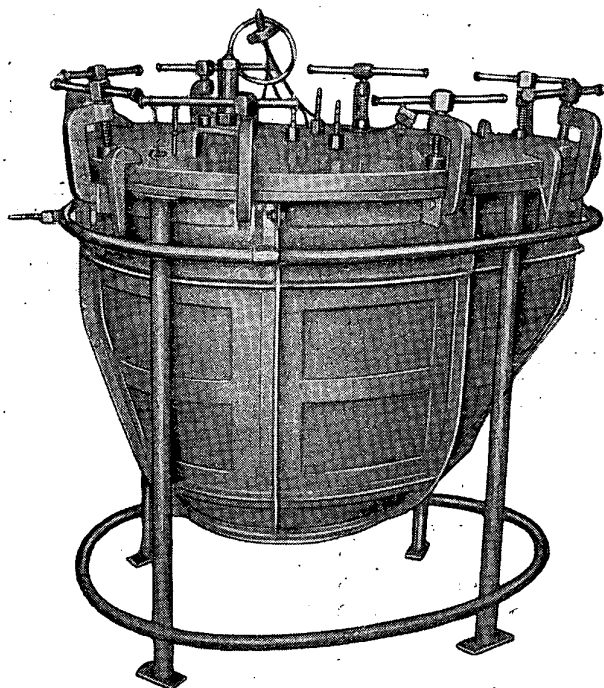
5. Главная причина низкой стойкости нормальных винтовых сверл заключается в наличии продольных и крутильных колебаний вследствие продольного изгиба и скручивания сверл под действием значительных осевых сил и крутящих моментов.

Даже при работе укороченными винтовыми сверлами происходит сильное скручивание.

5. Лучшие результаты обеспечивают сверла с косыми канавками, рабочая часть которых изготовлена из быстрорежущей стали. Такие сверла характеризуются более высокой жесткостью по сравнению с винтовыми сверлами и обладают большей прочностью, чем аналогичные твердосплавные сверла с косыми канавками.

Изготовление крупногабаритных ограничительных форм методом гальванопокрытий

М. С. БИЧ



Ограничительная форма для изготовления обтекателей из пеноистого полистирола.

Оснасткой для изготовления обтекателей из пеноистого полистирола служит специальная установка — ограничительная форма. Ввиду крупных габаритов обтекателей и чрезвычайной сложности их геометрической формы выполнение этой оснастки представляет значительные трудности и связано с большими затратами. Существующие способы изготовления ограничительных форм — чеканка, сварка, слесарная обработка — весьма неточны и пригодны только для форм небольшой высоты, равной примерно 300—400 мм.

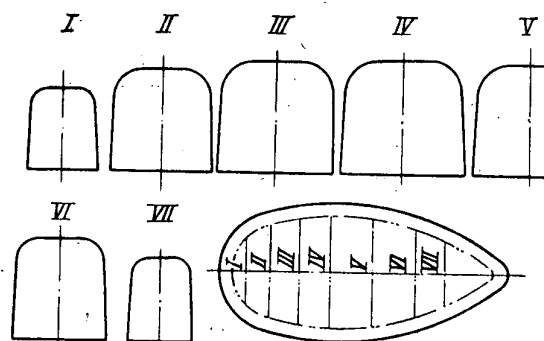
На заводе разработан и внедрен технологический процесс получения крупногабаритных ограничительных форм методом гальванопластики по восковой модели. По этой технологии последовательно изготавливают: 1) гипсовую модель; 2) гипсовую форму; 3) гипсовый стержень; 4) восковую модель; 5) ограничительную форму.

Изготовление гипсовой модели. Из пятидесяти миллиметровой фанеры вырезают шаблоны по сечениям I, II и т. д. (фиг. 1). Размеры их увеличены по отношению к чертежным на 2%.

Шаблоны устанавливают на подмодельной доске под углом 90° и закрепляют гипсом (фиг. 2). Для уменьшения веса гипсовой модели и экономии времени пространство между шаблонами заполняют вна-

чале шлаком и только на 15—20 мм — гипсом (фиг. 3). Размеры гипсовой модели должны быть увеличены на величину усадки технического воска, т. е. на 2%. Поверхность ее обрабатывают стальной циклей и металлической сеткой и покрывают спиртовым лаком (бакелитовым или шеллачным).

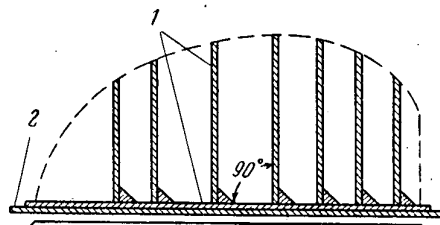
Фанерные шаблоны дают возможность получить правильный профиль модели.



Фиг. 1. Шаблоны сечений обтекателя.

Изготовление гипсовой формы. Чтобы гипс не прилипал к модели, ее покрывают тонким слоем смазки, состоящей из 250 г стеарина и 175 г керосина (керосин вливают в расплавленный стеарин).

На расстоянии 10—15 мм от продольной оси симметрии модели прокладывают барьер из глины, ко-



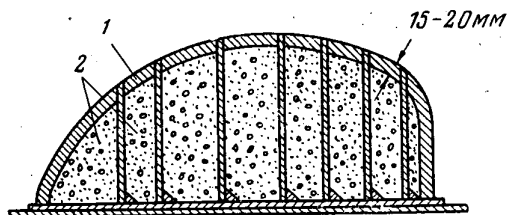
Фиг. 2. Фанерные шаблоны, закрепленные на подмодельной доске.

1 — фанерные шаблоны; 2 — подмодельная доска.

торый препятствует растеканию жидкого гипса (фиг. 4).

Гипс разводят в воде в концентрации 100 : 70 до консистенции густой массы и наносят на левую сторону модели слоем толщиной 15—20 мм. Чтобы сделать форму более прочной, на этот слой гипса накладывают стальной каркас из арматурной стали диаметром 8—10 мм (диаметр зависит от размеров модели) и на него наносят второй, основной, слой гипса. Общая толщина формы 45—50 мм (фиг. 5).

Удалив глиняный барьер, с модели снимают первую половину гипсовой формы. На верхней кромке ее, подрезанной по прямой линии ножом, вырезают знаки (фиг. 6). После этого готовую часть формы



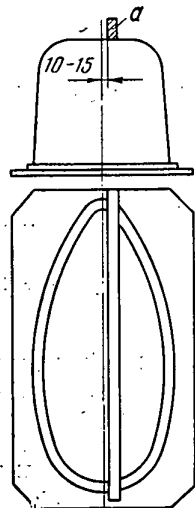
Фиг. 3. Каркас модели обтекателя с заполнителями.

1—гипс; 2—шлак.

ставят обратно на модель, а торец со знаками покрывают смазкой.

Вторую половину гипсовой формы изготавливают аналогично первой. Так как знаки первой половины заполняются гипсом, на торце второй половины в соответствующих местах получают выступы, которые обеспечивают правильную сборку частей гипсовой формы. Благодаря лаку и смазке обе половины легко снимаются с модели. Их соединяют по знакам, обвязывают по фланцу тросом и скрепляют в нижней части гипсом с паклей. Волокна пакли образуют своего рода каркас, который обеспечивает плотное соединение двух частей гипсовой формы. Внутреннюю поверхность ее обмазывают слоем глины толщиной 20—25 мм, образующим «глиняную галету».

Для того, чтобы глина не прилипла к поверхности, между ней и формой прокладывают бумагу.



Фиг. 4. Модель с глиняным барьером.
а—глиняный барьер.

высыхания гипса, то перед смазкой автолом необходимо смочить гипсовую форму и стержень.

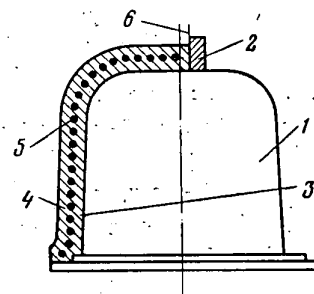
Изготовление восковой модели. Форму и стержень собирают, и стык их обмазывают гли-

ной (фиг. 8). На стержень кладут груз для того, чтобы он при заливке формы расплавленным техническим воском не смог всплыть.

Воск заливают непрерывной струей при температуре 105—110° С.

Восковая композиция должна иметь температуру плавления не выше 90—100° С; хорошую жидкотекучесть при 110° С; твердость при 18—20° С, примерно равную твердости натурального воска.

После застывания технического воска удаляют литники и выпоры, убирают груз и талью поднимают стержень. Так как при охлаждении воск дает усадку, восковая модель вынимается из формы вместе со стержнем. Чтобы снять ее, в зазор между моделью и стержнем через литники и выпоры вливают холодную воду. В случае перегрева восковой композиции

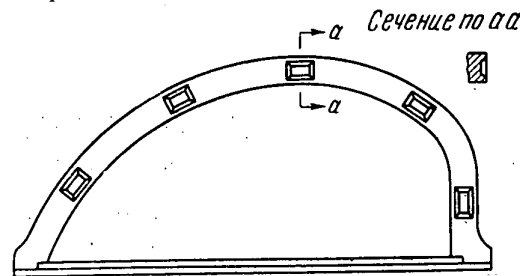


Фиг. 5. Модель с двумя слоями гипса.

1—гипсовая модель; 2—глиняный барьер; 3, 4—первый и второй слой гипса; 5—стальной каркас; 6—верхняя кромка.

или наличия сухой формы воск может пристать к гипсу.

Снятую со стержня восковую модель укладывают обратно в гипсовую форму для обработки нижней плоскости фланца. Наружный контур доводят до чертежных размеров стальными циклями и проверяют контршаблонами по всем типовым сечениям и

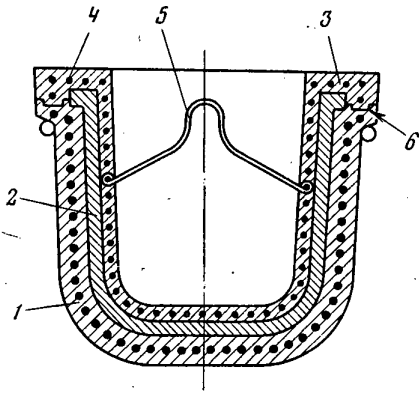


Фиг. 6. Торец гипсовой формы со знаками.

продольному контуру. Полируют модель сукном или войлоком.

Изготовление ограничительной формы. По восковой модели ограничительную форму изготавливают гальваническим путем. Для этого из досок делают рабочий щит, на котором шурупами закрепляют модель. Головки винтов замазывают вос-

ком. Для того, чтобы модель погрузилась в электролит, к рабочему щиту прикрепляют груз. Через нее во многих местах пропускают медный провод диаметром 0,5 мм (лучше с эмалевой изоляцией), концы которого зачищены на длину 20—25 мм. Наружные

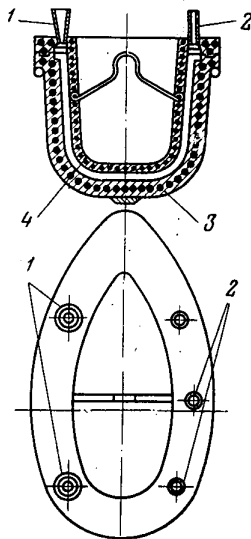


Фиг. 7. Форма с гипсовым стержнем.

1—гипсовая форма; 2—«глиняная галета»; 3—гипсовый стержень; 4—арматура стержня; 5—подъемник стержня; 6—знаки.

концы провода загибают в виде шплинта, внутренние соединяют и подключают к проводнику с током. Контакты располагаются, начиная от угла фланца, в шахматном порядке через 5 см.

Для создания токопроводящего слоя наружный контур восковой модели покрывают графитом. Для



Фиг. 8. Собранная гипсовая форма перед заливкой.

1—литники; 2—выпоры; 3—форма; 4—стержень.

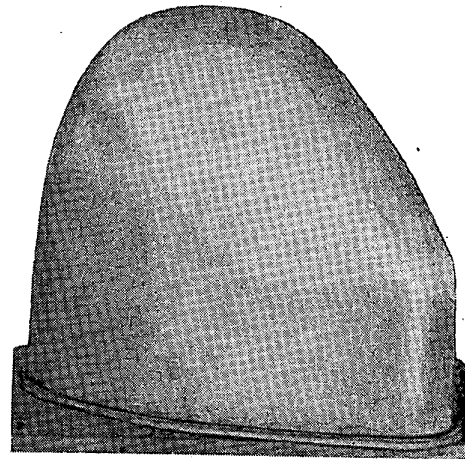
ускорения и улучшения процесса наращивания металла в гальванической ванне лучше всего пользоваться серебряным графитом. Его готовят следующим образом. 150 г ляписа и 1 кг черного графита растворяют в 2 л воды. Из приготовленной смеси выпаривают воду, а порошок затем прокалывают до красного каления в сосуде с крышкой. Под действием высокой температуры ляпис разлагается, и выделяется неметаллическое дисперсное серебро, которое резко улучшает электропроводность графита.

Металлизированная поверхность восковой модели имеет равномерный серо-стальной цвет. Избыток графита удаляют сжатым воздухом.

Для обеспечения смачиваемости металлизированную поверхность восковой модели обмывают тонкой струей раствора, состоящего из 200 г этилового спирта, 125 г медного купороса, 15 г серной кислоты и 1 л воды.

Для наращивания металла (в данном случае меди) восковую модель под током загружают на катод в гальваническую ванну.

Напряжение тока 2,5—6 в; плотность — 1 а/дм²; температура электролита 18—20° С.



Фиг. 9. Обтекатель из пеноистого полистирола.

Высота 1005 мм, длина 1100 мм, толщина стенок 13 мм.

Состав электролита: 240 г медного купороса; 35 г серной кислоты; 1 г сульфированного нафталина; 1 л воды.

Время осаждения металла необходимой толщины зависит от плотности тока. При плотности 1 а/дм² за 10 час. на катоде выделяется 11,84 г меди, при 3 а/дм²—35,5 г. Если плотность тока больше 5 а/дм², электролит необходимо непрерывно фильтровать и перемешивать.

Восковую модель с наращенным слоем металла (5—6 мм) вынимают из гальванованны, обмывают водой, сушат и снимают с рабочего щита. После этого удаляют технический воск, и полученную медную ограничительную форму промывают с внутренней стороны бензином. Форму полируют войлочным кружком с пастой ГОИ, гибким валиком или пневмоинструментом, а затем хромируют.

Полученная таким образом медная ограничительная форма (с чистотой внутренней поверхности $\nabla\nabla\nabla 7$) соответствует всем размерам чертежа и не имеет швов.

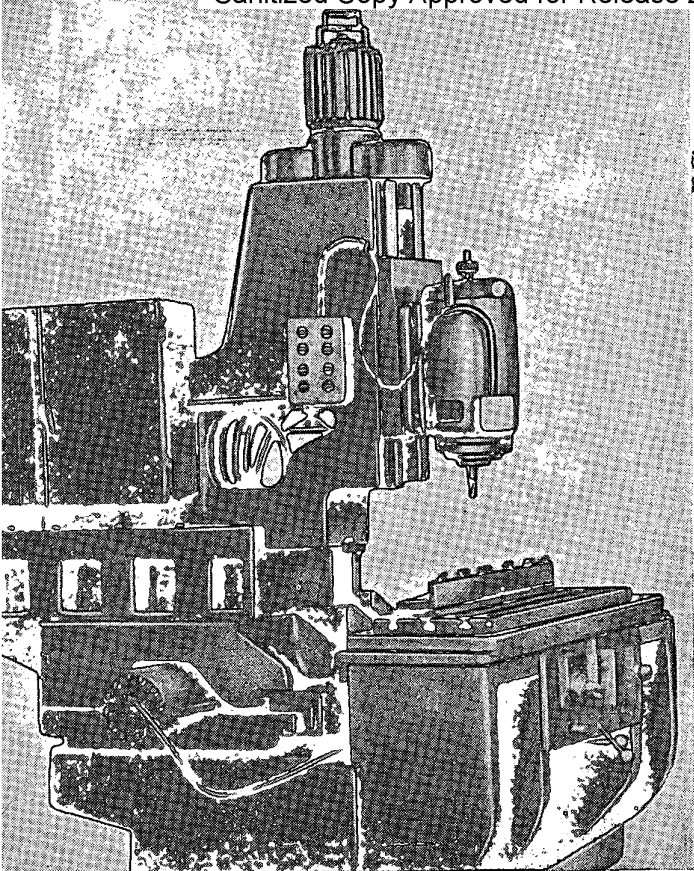
На заводе изготовлено несколько ограничительных форм (см. фигуру в начале статьи).

Обтекатель из пеноистого полистирола, выполненный описанным способом, показан на фиг. 9.



Консольный
**КОПИРОВАЛЬНО-
ФРЕЗЕРНЫЙ
СТАНОК**

ГМ-605



Консольный копировально-фрезерный станок ГМ-605

Станок предназначен для контурной обработки законцовок стрингеров различных профилей, прессованных из легких сплавов.

Станок оснащен однокоординатной гидравлической копировальной системой поперечного хода ползуна. Ползун смонтирован на каретке, которая перемещается в продольном направлении по станине от гидравлического цилиндра с бесступенчатым регулированием скорости продольной подачи. Вертикальная фрезерная головка со встроенным электродвигателем смонтирована на направляющих поперечного ползуна.

Насосная станция установлена в станине станка. Крепление стрингера производится на неподвижном столе.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Мощность электродвигателя фрезерной головки	4,5 кВт
Число оборотов шпинделя в минуту	2800
Рабочая поверхность стола	300×1000 мм
Наибольшая продольная подача каретки	2500 мм/мин
Наибольшее перемещение поперечного ползуна	300 мм
Наибольшее расстояние от поверхности стола до торца шпинделя	350 мм

Станок сконструирован и изготовлен заводом, где главным механиком К. И. Барсуков.

МАТЕРИАЛЫ

О прочности клеевого соединения дуралюминовых деталей*

И. И. МИХАЛЕВ

Влияние на прочность толщины прослойки клея ПУ2

При склеивании металлических деталей авиационных конструкций между склеиваемыми поверхностями нередко наблюдаются значительные неплотности (зазоры). Например, в различных узлах металлической лопасти вертолета, по данным одного из ОКБ, были обнаружены зазоры 0,5 и даже 1 мм.

При склеивании деталей, между которыми имеется небольшой зазор, рекомендуется клей ПУ2. Находясь в момент нанесения и запрессовки в пастообразном состоянии, этот клей хорошо заполняет все зазоры.

Рядом ранее проведенных исследований** установлено, что прочность клеевых соединений металлов, а также неметаллических материалов с повышением толщины клеевой прослойки обычно понижается, а с ее уменьшением — увеличивается. Очень прочны, например, соединения с толщиной клеевой прослойки $2,5 \cdot 10^{-5}$ мм.

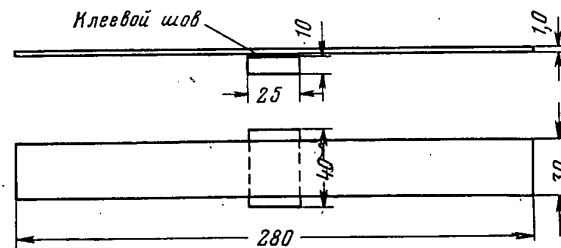
Установлено, что предел прочности клеевых соединений фанеры обратно пропорционален толщине клеевой прослойки (от 0,05 до 0,5 мм). Аналогичная зависимость существует между прочностью паяных соединений и толщиной прослойки припоя.

Влияние толщины клеевой прослойки клея ПУ2 на прочность склеивания определялось автором с помощью испытания на сдвиг образцов дуралюмина толщиной 2 мм, склеенных клеевой прослойкой толщиной 1 мм, 0,5 мм, ~0,3 мм, ~0,1 мм, и сравнения полученных результатов с прочностью клеевых образцов с толщиной прослойки ~0,06 мм***.

В соответствии с требованиями к прочности соединений в лопастях вертолета при воздействии различ-

ных физических факторов, склеенные образцы испытывались при температурах —60, 20 и 60° С, а также при 20° С после воздействия воздуха с относительной влажностью 98% или воды в течение 30 суток, что является весьма жестким режимом испытания.

Для получения более полной характеристики прочности клеевых соединений с утолщенными клеевыми прослойками, кроме испытаний на статический сдвиг, были проведены сравнительные испытания образцов с нормальной (~0,05—0,06 мм) и утолщенной



Фиг. 1. Образец для испытания на неравномерный отрыв по клеевому соединению дуралюмина.

(~1 мм) клеевыми прослойками на равномерный и неравномерный отрыв. Образцы на равномерный отрыв в виде грибков соответствовали инструкции ВИАМ № 473—53. На неравномерный отрыв (отдир) был взят образец (фиг. 1) конструкции, разработанной Б. И. Паншиным с учетом требований ОКБ. Испытания на отрыв проводились при температурах —60, 20, 60 и 100° С до и после воздействия воды. Дуралюминовые образцы склеивались клеем ПУ2 при температуре $105 \pm 5^\circ$ С по оптимальным технологическим режимам, согласно инструкции ВИАМ № 596—56. При этом применялось давление 2 кг/см^2 , обеспечивающее получение клеевой прослойки толщиной 0,05—0,07 мм в зависимости от времени использования клея ПУ2 в течение его жизнеспособности (2—3 час.). Ранее проведенными автором экспериментами установлено, что на хорошо пригнанных склеиваемых поверхностях образцов дур-

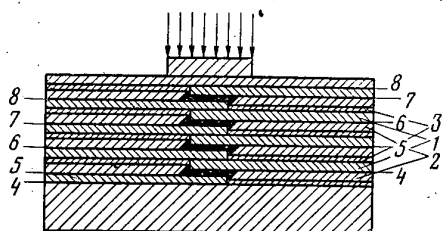
* В проведении исследований принимали участие З. Н. Колобова, К. И. Сычевая, З. П. Демирова и А. В. Смирнов.

** Дерягин Б. В., Кротова И. А. Адгезия, АН СССР, 1949; Адгезия. Пер. с англ. под редакцией Дебройна и Гувинка, Изд-во иностр. лит., 1954.

*** Форма и размеры образцов соответствовали инструкции ВИАМ № 473—53 «Методы механических испытаний клеевых соединений».

алюмина шириной 20 мм при изменении давления от 0,5 до 10 кг/см² толщина прослойки клея ПУ2 изменяется в пределах от 0,08 до 0,03 мм.

Образцы на сдвиг и неравномерный отрыв были изготовлены из применяемого в элементах лопасти дуралюмина Д16АТ, анодированного в серной кислоте с наполнением пленки хромпиком. Образцы на



Фиг. 2. Схема запрессовки пакета образцов на сдвиг с утолщенными клеящими прослойками.

1—заготовки образцов; 2—выравнивающие подложки; 3—подложки, обеспечивающие заданную толщину футы; 4, 5, 6, 7, 8—целлофановые прокладки.

неравномерный отрыв (грибки) изготавливались из неанодированного (поверхность из-под токарного резца) дуралюмина Д16.

Для утолщения клеевых прослоек при склейке образцов, предназначенных для испытания на статический сдвиг, увеличивалось количество клея ПУ2 и применялись ограничители с площадью 45×20 мм толщиной 3,0 мм, 2,5 мм, 2,17 мм и т. д. с фаской, допускающей свободное выдавливание избытка паётообразного клея во всех направлениях. Давление 1,5 кг/см² при запрессовке (фиг. 2) воспринималось, в основном, именно этими ограничителями. Образцы на неравномерный отрыв с клеевой прослойкой толщиной ~1 мм склеивались аналогично образцам на сдвиг, причем ограничители-прокладки имели вид разрезных цилиндрических вкладышей. Толщина прослойки определялась по разности между толщиной склеенных образцов и толщиной их заготовок. Измерения выполнялись микрометром в трех точках по площади склеивания с точностью до 0,005 мм.

По результатам испытаний на сдвиг были построены кривые зависимости прочности соединения от толщины клеевой прослойки (фиг. 3 и 4). При увеличении

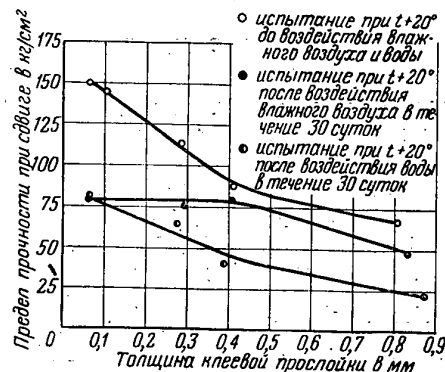


Фиг. 3. Изменение предела прочности при сдвиге при -60, 20, 60°С в зависимости от толщины клеевой прослойки.

толщины с 0,06 до 0,1 мм уменьшение прочности на сдвиг при температурах -60, 20 и 60°С незначительно. Дальнейшее увеличение до 1 мм вызывает снижение прочности до 40%.

При нормальной толщине клеевой прослойки после воздействия воды и влажного воздуха (см. фиг. 4) происходит снижение прочности до 50%. Увеличение толщины прослойки до 0,4 мм практически не влияет на прочность клеевого соединения образцов, выдержанных во влажном воздухе. При дальнейшем увеличении толщины прослойки (до 0,83 мм) воздействие влажного воздуха приводит к снижению прочности приблизительно на 40%.

При толщине прослойки 0,05—0,07 мм разрушение происходит, в основном, по плоскости склеивания, а клей равномерно распределяется по поверхности обеих половинок образца. С увеличением толщины прослойки до 0,1—0,15 мм число случаев разрушения по клею уменьшается. Наоборот, возрастает процент разрушения по плоскости склеивания с характерным отслаиванием клеевой прослойки от одной из поверхностей образца.



Фиг. 4. Изменение предела прочности при сдвиге в зависимости от толщины клеевой прослойки на образцах, испытанных после воздействия в течение 30 суток влажного воздуха (относительная влажность 98%) и воды.

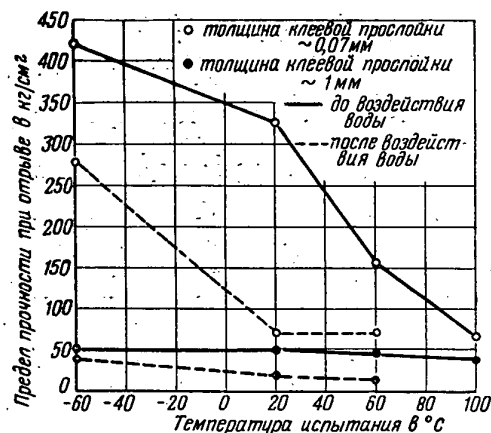
При дальнейшем увеличении толщины прослойки (выше 0,2 мм) характер разрушения снова изменяется: на одной из поверхностей образца следы клея приобретают вид тонкого налета; основная же масса клея остается на другой поверхности, т. е. разрушение приобретает частично когезионный характер. Воздействие температуры $\pm 60^\circ\text{C}$ и, особенно, влажности также снижает адгезию клея ПУ2 в нормальных и утолщенных клеевых прослойках. Таким образом, с увеличением толщины прослойки уменьшается как адгезия клея к металлу, так и когезионная прочность клеевых прослоек, что приводит к уменьшению прочности соединения. Это подтверждается приводимыми в литературе данными по вопросу прочности тонких клеевых прослоек*.

Внутренние напряжения, возникающие в клеевых прослойках в связи с усадкой клея, разницей коэффициентов теплового расширения клея и склеиваемых материалов и т. п., до достижения предела текучести почти пропорциональны толщине клеевой прослойки. Деформациям клеевых прослоек препятствует их адгезия к поверхностям. Адгезионные силы,

* Бердинских И. П. Клеи и склеивание. Машгиз, 1952.

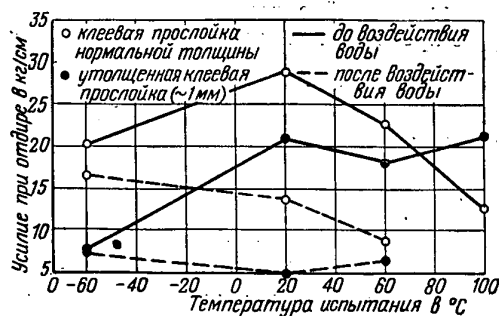
кроме воздействия нагрузки извне, должны противостоять еще и сумме сил, возникающих во всей массе клеевой прослойки. Поэтому опасность нарушения адгезии при толстых прослойках больше, чем при тонких.

На фиг. 5 построены кривые зависимости прочности склейки при испытании на равномерный отрыв образцов с нормальной и утолщенной прослойкой от



Фиг. 5. Изменение предела прочности при равномерном отрыве образцов с нормальными (0,07 мм) и утолщенными (~1 мм) клеевыми прослойками в зависимости от температуры испытания.

температуры испытания. Резкое снижение прочности склейки при -60 и 20°C (шесть-восемь раз) наблюдается при увеличении толщины прослойки от 0,07 до 1 мм. С увеличением толщины изменяется также характер зависимости прочности клеевого соединения от температуры при испытании на равномерный отрыв.

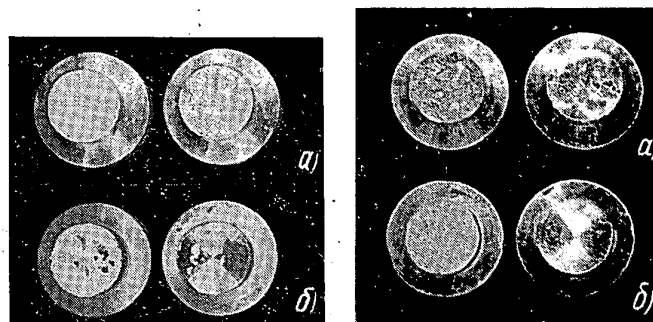


Фиг. 6. Изменение усилия при неравномерном отрыве образцов с различной толщиной клеевой прослойки в зависимости от температуры до и после воздействия воды.

Максимальная прочность на отрыв для обычных клеевых прослоек толщиной 0,07 мм получается при -60°C . С повышением температуры прочность клеевого соединения падает. Характер разрушения соединений с нормальной клеевой прослойкой после испытания на равномерный отрыв при отрицательных температурах остается когезионным и повышение прочности склеивания в данном случае объясняется, по-видимому, увеличением когезии клея ПУ2.

Показатели прочности склеивания на равномерный отрыв для клеевых прослоек толщиной ~1 мм весьма низки ($\sim 50 \text{ кг/см}^2$); практически в пределах изменения температуры $\pm 60^\circ\text{C}$ они не меняются. При повышении температуры до 100°C прочность склеивания несколько понижается. Как видно из приведенных данных, увеличения прочности в утолщенных клеевых прослойках при испытании на равномерный отрыв в условиях отрицательных температур не наблюдается. Это можно объяснить возникновением в толстых прослойках значительных внутренних напряжений при охлаждении. Особенно низкие показатели прочности имеют прослойки толщиной ~1 мм после воздействия воды в течение 700 час.

При сравнительном испытании образцов с утолщенной и нормальной клеевыми прослойками после воздействия воды при -60°C прочность склеивания образцов с утолщенной прослойкой в семь раз меньше, чем с нормальной.



Фиг. 7. Характер разрушения образцов с нормальной клеевой прослойкой (~0,07 мм) при испытании на равномерный отрыв при температуре $\sim 20^\circ\text{C}$.

а—до воздействия воды; б—после воздействия воды.

Фиг. 8. Характер разрушения образцов с утолщенной клеевой прослойкой (~1 мм) при испытании на равномерный отрыв.

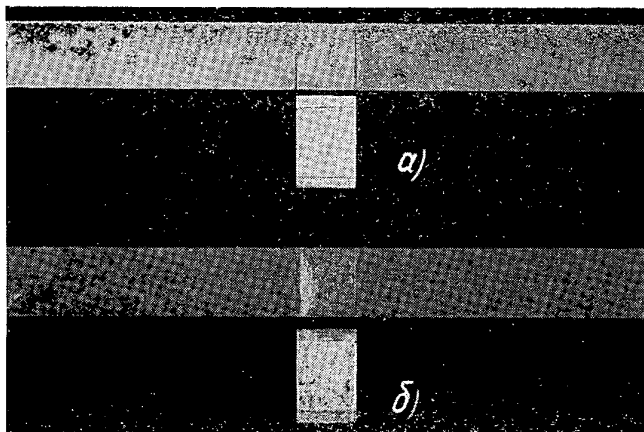
а—до воздействия воды; б—после воздействия воды в течение 700 час.

Влияние температуры на прочность склеивания при неравномерном отрыве образцов с нормальной и утолщенной прослойками до и после воздействия воды представлено графически на фиг. 6, из которой видно, что утолщение прослойки до 1 мм приводит к резкому падению усилия неравномерного отрыва при -60°C как до, так и после воздействия воды. Это объясняется хрупкостью клеевой прослойки при пониженной температуре. С повышением температуры до 20°C усилие неравномерного отрыва возрастает. При дальнейшем повышении температуры до 100°C усилие практически не меняется.

Для нормальных клеевых прослоек при повышении температуры от 20 до 100°C усилие неравномерного отрыва падает почти вдвое. Таким образом, прочность на неравномерный отрыв толстой клеевой прослойки при повышенных температурах больше, чем прослойки нормальной толщины, что, по-видимому, связано с эластичностью утолщенной клеевой подложки при повышенных температурах. Воздействие

воды так же, как и при равномерном отрыве, сильно снижает усилие неравномерного отрыва.

При испытании образцов с нормальной (фиг. 7) и утолщенной (фиг. 8) прослойкой на равномерный отрыв при 20° С до воздействия воды разрушение происходит, в основном, по клею. Воздействие воды и повышенных температур снижает адгезию клея ПУ2, особенно в толстых клеевых прослойках.



Фиг. 9. Характер разрушения образцов при испытании на неравномерный отрыв и температуре ~20° С.

а—утолщенная клеевая прослойка; б—нормальная клеевая прослойка.

На фиг. 9 показан характер разрушения образцов с нормальной и утолщенной клеевой прослойкой после испытания на неравномерный отрыв при 20° С до воздействия воды.

Разрушение клеевого соединения при утолщенных прослойках происходит на 60—80% по клею. При нормальных прослойках процент разрушения по

клею незначителен. Воздействие воды так же, как и при испытаниях на сдвиг и равномерный отрыв, снижает адгезию клея ПУ2.

Выводы

1. С увеличением толщины клеевой прослойки от 0,05—0,07 до 1 мм наблюдается значительное снижение прочности склеивания образцов дуралюмина Д16АТ клеем ПУ2.

После воздействия влажного воздуха и воды в течение 30 суток прочность склеивания образцов с утолщенной до 1 мм клеевой прослойкой при испытании на сдвиг при 20° С снижается в три-семь раз, по сравнению с прочностью склейки образцов с нормальной клеевой прослойкой, не подвергавшихся воздействию воды и влажного воздуха.

2. При температуре —60° С прочность на неравномерный отрыв клеевых соединений, с прослойкой, утолщенной до 1 мм, снижается в 2—2,5 раза.

3. При повышенных температурах клеевые соединения с утолщенной прослойкой имеют несколько большую прочность на неравномерный отрыв, чем соединения с нормальной прослойкой.

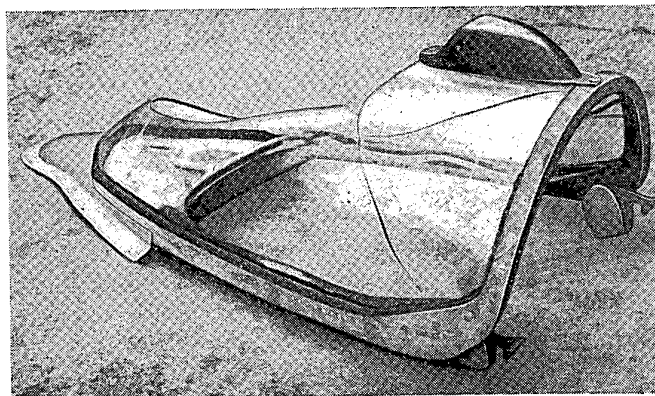
4. Наиболее низкие показатели прочности имеют клеевые соединения с утолщенной до 1 мм прослойкой при испытаниях на равномерный и неравномерный отрыв после воздействия воды.

5. Клей ПУ2 обладает хорошей способностью к заполнению неплотностей приблизительно 1 мм (по сравнению с клеями БФ2 и БФ4, которые при зазорах более 0,05—0,06 мм уже дают местные непроклеи).

6. В связи со значительным снижением прочности соединений с утолщенной до 0,8—1 мм клеевой прослойкой в производственных условиях необходимо более тщательно пригонять склеиваемые поверхности; не допуская зазоров более 0,2 мм, и предусматривать запрессовку деталей с давлением, обеспечивающим получение прослоек нормальной толщины.

Органический триплекс

З. И. МИХЕЕВА и М. М. ГУДИМОВ



Фонарь из органического стекла после испытания на локальную жесткость разрушения.

Остекление герметических кабин самолетов обеспечивает экипажу необходимый обзор и сохранение нормального давления внутри кабин; поэтому большое значение имеет характер разрушения его при обстреле или ударе.

Опыт показывает, что применяемые для остекления органическое и силикатное стекло при ударных нагрузках полностью разрушаются. Материалы же, обладающие высокой эластичностью, дают локальные разрушения, только в точке приложения ударных нагрузок. Однако эти материалы имеют недостаточную механическую прочность и не могут выдержать большого внутреннего давления герметических кабин. Поэтому был разработан прозрачный композиционный материал — органический триплекс — обеспечивающий локальность поражений и обладающий достаточной жесткостью.

Таблица 1
Сравнение механических свойств органических триплекса и стекла при различных температурах

Материал	Предел проч-ности при разрыве в кг/см ²	Относительное удлинение в %	Предел проч-ности при разрыве в кг/см ²	Относительное удлинение в %	Предел проч-ности при разрыве в кг/см ²	Относительное удлинение в %	Предел проч-ности при сжатии в кг/см ²	Твердость Н _В в кг/мм ²	Предел проч-ности при изгибе в кг/см ²		Предел проч-ности при скалыва-нии в кг/см ²	Модуль упру-гости E в кг/см ²
									гладкого образца	сбразца с надре-зом 1 мм		
Температура в °С.												
	—60		20		60		20		20			
Органический триплекс ОТ-16	750	1,3	623	6,3	245	17,0	1026	22	990	453	103,5	26 000
Органический триплекс ОТ-СТ-1	1061	2,2	675	4	410	4,5	1188	21	970	—	> 100	25 800
Органическое стекло	1100	0,5	700	3,5	400	20	1280	22	990	—	—	29 000

Таблица 2
Сравнение ударной вязкости органических триплекса и стекла при различных температурах в кгсм/см²

Материал	Х а р а к т е р о б р а з ц а															
	гладкий	с над-резом 1 мм	гладкий	с над-резом 1 мм	гладкий	с над-резом 1 мм	гладкий	с над-резом 1 мм	гладкий	с над-резом 1 мм	гладкий	с над-резом 1 мм	гладкий	с над-резом 1 мм	гладкий	с над-резом 1 мм
	Температура в °С															
	-60		-40		-20		0		20		40		60		80	100
Органический триплекс ОТ-16	17,4	3,9	15	3,7	16,3	3,9	16,2	4,2	16,2	2,8	37,1	20,2	29,2	26,1	24,2	16,8
Органический триплекс ОТ-СТ-1	16,9	3,4	16,7	2,9	15,7	3,0	15,1	3,2	16,2	3,7	18,8	17,8	40,5	33,8	23,3	20,9
Органическое стекло	14,5	3,5	—	—	—	—	—	—	14,1	2,9	15,6	4,7	16,5	4,7	16,4	5,5

Органический триплекс изготавливается из органического стекла и эластичной пленки. Для их прочного соединения разработан специальный подслоу *. При нормальной температуре (20° С) прочность склейки с применением подслоу составляет более 100 кг/см². С повышением температуры она падает, а с понижением — возрастает. Листы органического стекла склеивают с эластичной пленкой путем прессования в водяном автоклаве, в специальных резиновых мешках. Для производства органического триплекса применяется то же оборудование, что и для силикатного триплекса. Толщины и размеры листов органического триплекса могут быть различными, в зависимости от требований, предъявляемых к остеклению.

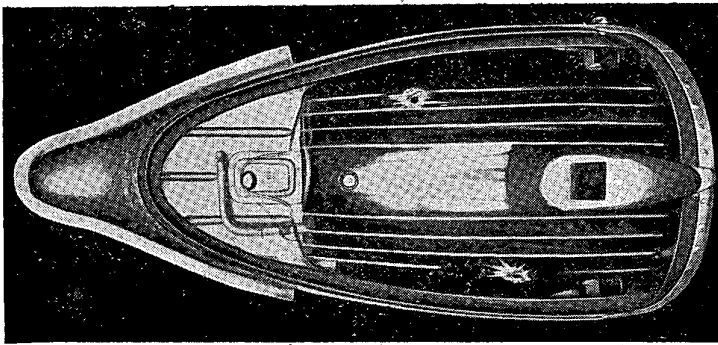
В эксплуатационных условиях проходил проверку органический триплекс толщиной 10 мм, представляющий собой композицию из двух листов органического стекла толщиной 4 мм и эластичной пленки толщиной 2 мм. Изготовление деталей остекления из органического триплекса имеет много общего с изготовлением подобных деталей из органического стек-

ла. Методы формования и оборудование аналогичны, однако наличие в органическом триплексе эластичной прослойки привело к некоторому изменению режима формования.

Если при формовании деталей остекления из органического стекла толщиной 10 мм предусмотрен разогрев стекла до 125—130° С с выдержкой 40—50 мин., то для органического триплекса такой же толщины температура разогрева принята 125±2° С с выдержкой в термостате 30 мин. Для органического триплекса из стекла СТ-1 температура разогрева установлена 160±2° С с выдержкой в течение 20 мин. Уменьшение температуры и времени разогрева для органического триплекса объясняется наличием эластичного промежуточного слоя. Строгое соблюдение режимов формования органического триплекса гарантирует хорошее качество изделий остекления. Механическая обработка, склейка и другие технологические операции аналогичны применяемым в производстве деталей из органического стекла.

Как показал опыт, болтовое крепление приводит к защемлению стекла в каркасе и возникновению вслед-

* Разработан А. Д. Дерипаско (ВИАМ).



Фиг. 1. Фонарь из органического триплекса после испытания на локальность разрушения.

ствие этого изгибающих напряжений, а неизбежные при этом методе заделки отверстия и вырезы являются концентраторами местных напряжений, где возникают «серебра» и трещины, приводящие в конечном счете к разрушению стекла. Эти недостатки устраняются при заделке стекол методом мягкого крепления на капроновой ленте, поэтому он и рекомендуется для крепления деталей остекления из органического триплекса.

На фигуре в начале статьи показан фонарь из органического стекла, а на фиг. 1 — из органического триплекса после обстрела и испытаний в одинаковых условиях. Как видно из фигур, фонарь из органического стекла разрушился полностью, а из органического триплекса получил локальное разрушение.

Механические свойства органического триплекса находятся примерно на уровне свойств органического стекла, за исключением показателей относительного удлинения при разрыве (при $+20$ и -60°C) и удельной ударной вязкости (при температурах -60 и $+100^\circ\text{C}$).

В табл. 1 приведены механические свойства, а в табл. 2 — удельная ударная вязкость органических триплекса (ОТ-16 и ОТ-СТ-1) и стекла.

Органические триплекс и стекло одинаково пропускают лучи видимой части спектра; для ультрафиолетовой части спектра более прозрачно органическое стекло.

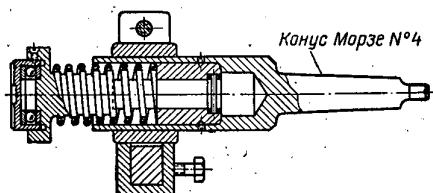
Фонари из органического триплекса выдержали все виды испытаний в лабораторных, полигонных и летных условиях. Эксплуатация их в течение года показала полную пригодность органического триплекса для деталей остекления самолетов.

В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Универсальная оправка для вырезания деталей из неметаллических материалов

На ленинградском заводе «Экономайзер» применяется универсальная оправка для нарезания из неметаллических материалов дисков, шайб, колец и других подобных деталей диаметром от 35 до 200 мм.

Заготовку из неметаллического материала закрепляют на планшайбе токарного станка. Оправку вставляют коническим хвостовиком в пиноль задней бабки



и подводят к обрабатываемой заготовке; когда опорная пятка оправки прижмется к поверхности заготовки, в работу вступает резец.

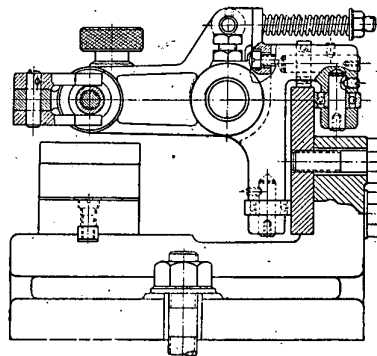
С помощью универсальной оправки детали из неметаллических материалов можно вырезать и на сверлильном станке; в этом случае оправку вставляют в шпиндель, а заготовку крепят на столе станка.

По материалам ВПТИ Министерства судостроительной промышленности, «Техническая информация», 1956, № 22 (65). Публикуется в сборнике «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиационного», Оборонгиз, 1958, вып. 1.

Приспособление для правки цилиндров и валов

На ленинградском заводе имени К. Маркса разработано приспособление для правки цилиндров и валов, которое предназначено для установки на винтовых, гидравлических пневматических, реечных и рычажных прессах.

Поворачивая деталь, установленную в центрах вращающую, определяют участок, требующий правки.



В зависимости от величины деформации и количества деформированных участков правку повторяют несколько раз. Правка вала диаметром 30—50 мм и длиной до 2 м продолжается 30—60 сек.

По материалам ЦБТИ Министерства машиностроения СССР, «Обмен производственно-техническим опытом», 1957, вып. 44. Публикуется в сборнике «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиационного», Оборонгиз, 1958, вып. 1.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Организовать обучение рабочих широкого профиля для авиационной промышленности

(В порядке обсуждения)

А. А. ВАСИЛЬЕВ

Укрупнение профессионально-квалификационных профилей и предложения по повышению качества обучения

Недостатки узкой специализации

Существовавшая до последнего времени ориентация предприятий на чрезмерную дробность специальностей рабочего состава характеризуется тем, что общее количество последних по действующим в нашей промышленности тарифно-квалификационным справочникам достигает 1124.

Так, например, имеются токари по обдирке приливов, обработке корпусных деталей, навивальщики пружин на токарно-винторезных станках и т. д. Подобные примеры можно привести и в отношении других профессий. Такая дробность не соответствует характеру не только опытного, но и серийного производства.

Излишне узкая специализация принимает различные формы и распространяется на профессии, профиль которых является давно установившимся.

В результате этого рабочий:

а) специализируется только на определенных операциях;

б) часто специализируется на изготовлении лишь одного вида изделий. (В приборостроении, например, в настоящее время есть сборщики только одного вида прибора, которые не могут заменить сборщиков приборов другого вида.);

в) может работать на оборудовании только одного типа;

г) может выполнять только функции оператора, без наладки станка.

Следует различать, когда эта специализация обусловлена типом оборудования и когда она связана с нерациональным его использованием.

При существующем разделении труда в массовом и серийном производстве за рабочими цехов основ-

ного производства закреплены отдельные операции или виды работ. Однако нельзя ограничивать задачи обучения кадров только потребностями данного технологического процесса и готовить специалистов лишь для данного рабочего места. Такой подход к организации подготовки кадров приводит к тому, что высококвалифицированные слесари-универсалы, токари, фрезеровщики имеются только в инструментальных и ремонтных цехах, а цехи основного производства оказываются неподготовленными к освоению нового высокопроизводительного оборудования или к переходу на изготовление новых видов продукции.

Отсутствие возможности перебрасывать узкоспециализированных рабочих на другие виды или участки работ, использовать их для выполнения операций, требующих упрощенной оснастки, резко снижает маневренность производства и затрудняет освоение изделий в короткие сроки.

Для выпуска опытных образцов без специальной оснастки заводам приходится привлекать инструментальные и ремонтные цехи, располагающие кадрами рабочих-универсалов (это практикуется на многих заводах).

На одном заводе с целью быстрого освоения малых серий и опытных образцов изделий директор был вынужден организовать особый участок, куда были переведены рабочие-универсалы из всех цехов. Тем самым еще более снизился общий уровень квалификации рабочих цехов основного производства, а потребность в технологической оснастке возросла еще больше.

Там, где заботятся о перспективах развития производства, вопросы повышения квалификации кадров занимают одно из важных мест в деятельности предприятия.

На заводе, где начальником ОПК т. Кравчук, существовало не оправданное в условиях серийного выпуска, особенно в период изготовления опытных образцов, расчленение технологического процесса на элементарные однопереходные операции. Это приводило к большим потерям времени на частые переналадки оборудования, снижало возможности применения скоростных методов обработки, увеличивало затраты на оснастку. Концентрация технологических операций позволила устранить эти потери, использовать высокопроизводительное оборудование, значительно снизить трудоемкость и сократить сроки освоения новых изделий. Однако осуществить подобное мероприятие стало возможным лишь в результате большой работы по подготовке в каждом цехе высококвалифицированных рабочих, способных выполнять сложные операции. Пример этого завода не единичен. Недостаточный уровень квалификации рабочих часто компенсируется их узкой специализацией, дробностью технологических операций и вызывает дополнительные затраты на оснастку с целью сохранения требуемого уровня производительности и качества изделий.

Это подтверждает опыт некоторых ведомых заводов, которым ввиду недостаточной квалификации рабочих приходилось дополнительно членить и оснащать технологический процесс, принятый на ведущих заводах.

В то же время передовые рабочие, имеющие универсальную подготовку по профессии, успешно выполняют на некоторых заводах укрупненные операции (например, тт. Ильин, Курашев, Макаров, Латыков на заводе, где начальником ОПК т. Новиков).

Обычно считают, что соотношение между рабочими широкого профиля (универсалами) и узкого (операционниками) определяется типом производства. Но дело не только в этом.

Ограничение квалификационного профиля рабочих и их подготовки только требованиями, вытекающими из существующего временного разделения труда, в значительной мере было вынужденным в силу одновременного притока на производство во время войны большого количества неквалифицированных кадров, обучать которые в условиях военного времени было некогда.

Такой подход к установлению профессионально-квалификационных профилей рабочих и организации их подготовки абсолютно не оправдан теперь, когда приток новых кадров на предприятия носит совершенно иной характер, и поступающие имеют значительно более высокую общеобразовательную подготовку.

Недостатки в практике обучения рабочих

На заводах, где подготовка новых рабочих и дальнейшее повышение их квалификации осуществляются, как правило, индивидуальными методами и в короткие сроки (3—4 месяца), профессиональное обучение обычно подменяют подготовкой по данному рабочему месту. Средства, отпускаемые заводам для профессионального обучения, часто используют не в полном объеме, а сроки учебы произвольно сокращают.

Ремесленные и технические училища готовят новых рабочих только по ограниченной номенклатуре про-

фессий (токарей, фрезеровщиков, слесарей и др.) и не могут дать им необходимую специализацию.

Система училищ трудовых резервов и курсовая сеть по подготовке и повышению квалификации кадров на предприятиях часто работают изолированно друг от друга.

Очевидно, в ремесленных и технических училищах можно осуществлять подготовку по более широкому профилю, чем индивидуальным путем в цехах основного производства серийных заводов. Известно также, что как прежде, когда в школах ФЗУ и профессионально-технических училищах сроки обучения составляли 3—4 года, так и теперь, когда вырос общеобразовательный уровень учащихся и сроки подготовки в ремесленных училищах уменьшены до двух лет, а в технических — до одного года, квалификация выпускников не превышает 4-го, редко 5-го разряда.

Ясно, что дело не только в общеобразовательном уровне и в сроках начальной профессиональной подготовки, а и в том, что высшая квалификация (6—8-й разряды) достигается при выполнении специальных операций лишь на производстве. С другой стороны, рабочие, не имеющие универсальной подготовки в пределах средней квалификации, не могут стать действительно высококвалифицированными. Нельзя назвать высококвалифицированным работника, который обучался только на заводе и в силу серийного характера продукции не встречался с рядом работ, относящихся к его профессии. Мастер участка, где есть и токарные, и фрезерные, а также другие станки, выдвинутый из состава таких рабочих, будет плохим руководителем.

Чтобы сделать доступными освоение высокой квалификации и получение звания мастера для рабочих узкого профиля, надо организовать обучение операционников средней квалификации с тем, чтобы в пределах этой же квалификации дать им универсальную подготовку. Для этого можно использовать в вечерние часы учебно-материальную базу ремесленных и технических училищ.

Подготовка рабочих широкого профиля позволит оперативно использовать их на других видах работ, причем это не будет связано с особыми доплатами.

Анализ работы предприятий показывает, что при частых изменениях номенклатуры и содержания работ рабочий состав остается более или менее стабильным; это характерно и для всего машиностроения. Практика же доучивания рабочих во время каждой смены объекта производства или изменения методов обработки, вызванная узкой специализацией рабочих, себя не оправдывает.

Профессиональное (устойчивое) и текущее (временное) разделение труда

Правильность системы подготовки квалифицированных кадров в нашей стране определяется тем, насколько она отвечает интересам народного хозяйства, а также задачам повышения роста культурно-технического уровня рабочих и устранению существенных различий между физическим и умственным трудом.

В настоящее время профили рабочих по сравнению с профилями инженерно-технических работников иногда являются более узкими; например, профиль токаря-карусельщика не соответствует профилю технолога механического участка в такой мере, как профиль сварщика соответствует профилю технолога по сварочным работам, или термиста — технолога термической мастерской.

Введение автоматического оборудования и агрегатирование станков создают тенденцию к расширению профилей рабочих-станочников.

Правильным следует считать такое положение, когда профессия рабочего является начальным этапом соответствующей профессии работников инженерно-технического труда. Начальное профессиональное образование и стаж практической работы (не по любой, а именно по данной профессии) должны стать обязательным условием для зачисления в средние и высшие технические учебные заведения. Состав инженеров и техников должен комплектоваться, как правило, из состава рабочих соответствующих профессий, получивших специальное образование.

Появление новых образцов оборудования, в том числе агрегатного и автоматического, создание автоматических линий — все это коренным образом изменяет содержание квалификационных требований по ряду специальностей и профессий, приводит к отмиранию некоторых из них, а также к возникновению новых.

Необходимым условием для роста производительности труда является не только повышение квалификации, но также и отделение квалифицированного труда от неквалифицированного, основных функций от вспомогательных. Но это нужно считать не постоянным, а лишь временным разделением труда. Нельзя возводить в ранг отдельной профессии или специальности такие виды работ, которые раньше выполнял подручный у слесаря, кузнеца и т. д., нецелесообразно готовить рабочего к подобному узкому профилю без перспективы стать впоследствии полноценным слесарем, кузнецом и т. д.

В связи с техническим прогрессом процесс изменений в составе и содержании профессионально-квалификационных профилей рабочих происходит непрерывно. Однако профессии в подлинном смысле этого слова исчезают и появляются вновь не столь уж часто.

Так, в течение длительного времени обработка некоторых изделий строганием постепенно заменяется фрезерованием, но, конечно, профессия строгальщика еще не исчезает. Чаще возникают новые специальности ранее существовавших профессий (например, фрезеровщик на копировально-фрезерном станке).

Сравнительно недавно появилась такая новая профессия, как рабочий по электроэрозионной обработке, охватывающая несколько специальностей.

В ряде случаев последние впоследствии обособляются в профессии *. Так произошло со слесарными специальностями, получившими теперь значение отдельных профессий (например, профессия слесаря-

инструментальщика). Внутри такой профессии существуют уже свои специальности (например, слесарь-инструментальщик по штампам). Появились, например, новые специальности, связанные с изготовлением, сборкой и монтажом радиоаппаратуры, радиолокационных приборов и установок. Само понятие слесаря является теперь общим для целой группы родственных профессий. Однако не всегда в связи с появлением нового метода работы должна возникать и новая профессия. Поэтому неправильно профилировать рабочий состав только применительно к данному методу работы, по существующему разделению труда.

Работа НИИТ по профилированию рабочего состава

На первом этапе исследовались 424 наиболее распространенных в нашей промышленности профили рабочего состава, в большинстве узких. В результате эти профили свели к 51 профессии и 33 специальностям (всего 84 укрупненных профиля). Степень укрупнения профессионально-квалификационных профилей различна. Так, в одну профессию плави́льщика цветных металлов и сплавов (в различных печах) теперь объединено 22 прежних узких профиля; в то же время отдельные профессии и специальности сохранились в первоначальном виде, например профессия токаря-лекальщика, специальность доводчика на хонинговальных станках и т. д.

Специальность стерженщика включает следующие узкие профили: сборщик стержней, опиловщик и зачищальщик стержней, сборщик узлов стержней, красильщик стержней и форм, сушильщик форм, каркащик-рамочник, сортировщик холодильников, обматчик холодильников.

По мнению автора, профессионально-квалификационные профили рабочих должны отвечать не только производственной целесообразности с точки зрения текущих оперативных задач, но и перспективам развития предприятия. В то же время профили не должны укрупняться механически.

В основу определения профессионального профиля рабочего нами была положена классификация существующих производственных процессов; а также учтены изменения, происходящие под влиянием развития техники и совершенствования организации производства.

При выделении отдельных профессий и специальностей учитывались следующие важнейшие условия:

1. Наличие особого вида оборудования и инструмента, а также наиболее полное их использование.
2. Технологическая законченность процесса обработки и отсутствие таких связей с рабочими других профессий и специальностей, которые порождают обезличку и бесконтрольность. Так, например, существовали отдельные профили цементовщика и каильщика, тогда как брак по цементации деталей может быть обнаружен только при закалке.
3. Отсутствие чрезмерного однообразия и монотонности работы, что усиливает подверженность профзаболеваниям.

* Специальность отличается от профессии более узким характером трудовой деятельности, требующим специфических знаний и навыков.

4. Отсутствие искусственного выделения и обособления расчетно-аналитических функций наладочных работ и функций контроля.

В связи с объединением ранее разрозненных специальностей, квалификационные требования были расширены. Вместе с тем в ряде случаев были уточнены квалификационные характеристики соответствующих разрядов в связи с проведенным анализом квалификационных требований, как зафиксированных в справочнике, так и фактически предъявляемых к данной категории рабочих.

Характеристики по каждому профилю составляли в зависимости от существующего диапазона тарификации работ на одну, две или три ступени квалификации: первую ступень или низшую квалификацию (3—4-й разряды), вторую ступень или среднюю квалификацию (5-й разряд) и третью ступень или высшую квалификацию (6—8-й разряды). Это соответствовало трехзвенной системе производственно-технического обучения, принятой в нашей промышленности.

Профессионально-квалификационная характеристика является основным документом, характеризующим профиль рабочего в расширенном, конкретизированном и систематизированном виде.

Унификация профессионально-квалификационных профилей сопровождалась разработкой учебно-программных материалов и мероприятий по их внедрению в заводскую практику.

Эффективность подготовки рабочих широкого профиля может быть подтверждена рядом примеров. Так, на участке мастера т. Меньшова рабочий т. Макаров, ранее получивший квалификацию токаря-универсала в объеме первого звена единой системы обучения, был переведен на токарно-револьверный станок. Быстро освоив технику управления станком, а также его наладку, т. Макаров стал обрабатывать всевозможные детали, требующие различных токарных операций, в два с лишним раза превышая выработку кадровых рабочих-револьверщиков, нуждающихся в помощи наладчика.

Эти рабочие, не проходившие стержневой подготовки по профессии токаря, не смогли добиться таких результатов, так как владели только частью навыков и знаний в области указанной профессии.

Токарно-револьверные станки в большинстве случаев предназначены для выпуска полуфабрикатов. С приобретением рабочими широкого профиля на этих станках можно будет получать детали любой конфигурации, причем более точные и законченные, а производительность будет значительно больше, чем на токарно-винторезных станках.

С применением автоматического оборудования резко сокращается количество обслуживающего персонала, однако ошибочно мнение, будто бы введение автоматизации позволяет использовать рабочих более узкого профиля.

Автоматические станки обеспечивают наибольшую эффективность и отдачу там, где расширен профиль обслуживающих их рабочих. В этом случае станки обслуживают наладчики средней и высокой квали-

фикации, совмещающие обслуживание оборудования с его наладкой.

В результате улучшилось качество выпускаемой продукции, прекратились поломки дорогостоящих автоматов и инструментов; наряду с этим при значительно меньшем количестве персонала, обслуживающего участок, выпуск продукции увеличился в среднем на 20—25%.

В цехах основного производства созданы участки из специализированных зуборезных станков (зубофрезерных, зубодолбежных, зубострогальных и шевинговальных), предназначенных для нарезания зубчатых колес с различными профилями зубьев.

Известно, что зубья можно нарезать и на универсально-фрезерных станках, оснащенных делительными головками; рабочий, выполняющий данную операцию, должен иметь среднюю или высшую квалификацию по профессии фрезеровщика. Однако подобные станки мало приспособлены к массовому выпуску колес с повышенной точностью по профилю вуба.

Теперь на предприятиях появились специализированные зуборезные станки. В результате, если ранее зубья нарезали фрезеровщики широкого профиля средней и высшей квалификации, то в настоящее время на этом заняты рабочие-операционники, знающие только, как надо устанавливать и снимать нарезаемые зубчатые колеса, пускать и останавливать станок и т. д. Наладку же стали осуществлять другие работники.

Профиль рабочего данной специальности устанавливается в зависимости от типа зуборезных станков; так появились узкие специальности зубофрезеровщика, зубодолбежника, зубострогальщика и шевинговщика. Эти станки (включая шевинговальные) обеспечивают нарезание зубьев по второму и первому классам точности; при работе же на них операционников в большинстве случаев выпускается продукция по третьему и четвертому классам.

Снижение точности обработки на специализированных зуборезных станках в известной мере объясняется сужением профиля фрезеровщиков, их низкой квалификацией, неумением самостоятельно выполнять наладку.

Опыт показывает, что расширение профиля операционников до профиля универсалов (в объеме средней квалификации) при небольшой последующей специализации их для работы на данном оборудовании дает возможность выпускать на том же оборудовании продукцию второго и третьего класса точности. Кроме того, рабочим широкого профиля не требуются наладчики.

В результате производительность зуборезных станков может быть увеличена до 20% с одновременным улучшением других технико-экономических показателей.

Организация подготовки рабочих широкого профиля

Изучение вопроса о подготовке рабочих широкого профиля привело к необходимости проведения так называемой стержневой подготовки, которую должны

проходить рабочие каждой специальности. Например, токарь-револьверщик, токарь-карусельщик, равно как и другие рабочие, токарной группы, должны сначала получить стержневую подготовку по профессии токаря, а затем уже специализацию.

В настоящее время рабочих одних и тех же сложных профессий и специальностей готовят как в технических и ремесленных училищах, так и непосредственно на производстве, обычно в индивидуальном порядке, при сокращенных сроках подготовки.

Анализ деятельности предприятий показывает, что индивидуальная подготовка часто используется как своеобразная форма резервирования.

Для работы на сложном оборудовании целесообразно создать такие резервы из числа профессионально подготовленных рабочих широкого профиля. Однако, не имея возможности одновременно разместить группу выпускников технических или ремесленных училищ, завод зачастую отказывается в приеме таким рабочим, но по мере надобности в течение года принимает для обучения по тем же профессиям неквалифицированные кадры.

Резервы профессионально-подготовленных работников можно создать, введя для оканчивающих училища трудовых резервов дополнительную стажировку с целью специализации в цехах в качестве практикантов (без присвоения основного разряда и перевода на сдельную оплату) в течение срока, не превышающего один год.

Поскольку на заводах, как отмечалось выше, имеются операционники, профессиональные навыки и знания которых не соответствуют широкому профилю, целесообразно провести переаттестацию по основным профессиям с тем, чтобы постепенно вовлечь в обучение указанных рабочих и восполнить пробелы в их подготовке.

Появление наряду с универсальным более производственного специализированного и специального оборудования не означает, что в этом случае профессиональная подготовка должна заменяться только подготовкой для работы на данном рабочем месте.

Профессиональное образование должно дополняться специализацией по данному виду работ, а не заменяться ею. Так как освоение ряда профессий невозможно осуществить только в условиях учебных мастерских, важной задачей является сочетание начальной профессиональной подготовки с последующей специализацией и повышением квалификации.

Необходимо в ближайшее время добиться того, чтобы училища трудовых резервов давали эту общепрофессиональную, стержневую подготовку, дополняемую специализацией и дальнейшим повышением квалификации на производстве в системе ОПК.

Внутризаводское обучение новых рабочих должно, как правило, проводиться по тем же профессиям и специальностям, которые не могут готовить технические и ремесленные училища.

Подготовку квалифицированных кадров нужно организовывать в соответствии с перспективным планом развития производства с целью создания резерва квалифицированных рабочих массовых профессий.

Желательно немедленно внести серьезные исправления в существующий порядок внутривзаводской (практической и теоретической) подготовки новых квалифицированных кадров, в первую очередь по номенклатуре профессий, принятой в училищах трудовых резервов. Квалификационные требования, объем подготовки и программы для обучения должны быть едиными.

Заводам не следует предоставлять право заменять профессиональную подготовку краткосрочной, для выполнения операций только на данном рабочем месте.

На основе анализа программ технических и ремесленных училищ нами разработаны образцы учебно-программных материалов, рассчитанных на подготовку токарей, фрезеровщиков, слесарей-инструментальщиков и др. путем индивидуального или группового обучения по широкому профилю. Эти материалы обеспечивают полную идентичность подготовки кадров во внутривзаводской сети и в технических училищах. Одновременно созданы программы для обучения новых рабочих во втором и третьем звеньях.

Повышение качества практического обучения

Ввиду того, что наиболее трудной задачей при подготовке кадров на заводах является обеспечение качества практического (производственного) обучения, которое, как правило, осуществляется в цехах индивидуальным путем, рекомендуется:

1. Тщательнее отбирать и аттестовывать инструкторов практического обучения. Организовать их методическую подготовку на базе учебных цехов, ремесленных и технических училищ.

К ученикам и рабочим должны прикрепляться в качестве инструкторов только наиболее опытные, образованные и имеющие универсальную подготовку по профессии работники завода.

Существующая практика прикрепления учеников к соседним с ними рабочим не обеспечивает подготовки универсалов, так как сами обучающиеся зачастую являются операционниками.

2. Изменить характер практического обучения, которое и при индивидуальной его форме должно представлять собой учебные занятия с обязательным планированием учебных часов и последовательным прохождением определенных разделов и тем учебной программы в порядке постепенного перехода от простого материала к сложному.

В настоящее время это обучение, по существу, сводится лишь к вводу и текущему инструктажу по ходу технологического процесса без соблюдения последовательности работ, предусмотренной программами обучения.

Подготовкой предварительно обученного рабочего для данного вида работ должен заниматься мастер производственного участка.

Повышение требований к уровню квалификации рабочих является необходимым условием коренного улучшения организации труда, предусмотренного директивами XX съезда партии.

Унифицировать материалы для изготовления нормализованных деталей, улучшить их маркировку

В. С. ГРИГОРЬЕВ

Необходимо пересмотреть нормаль 121АТ—52

Работа серийных самолетостроительных заводов зачастую осложняется отсутствием металла и других материалов нужных марок, профилей и размеров, что объясняется не только недочетами снабжения, но и громадным ассортиментом применяемых материалов.

Например, по цехам нормалей завода на одно изделие требуется: по цеху точеных нормализованных деталей — 2300 кг материалов 37 различных марок, 259 типоразмеров; по цеху высадных нормализованных деталей — материалы 55 различных марок, 375 типоразмеров.

Вот почему с таким глубоким удовлетворением работники нашей промышленности восприняли указания Декабрьского Пленума ЦК КПСС о необходимости осуществления организационно-технических мероприятий по коренному улучшению материально-технического снабжения с тем, чтобы обеспечить более рациональное использование материальных ресурсов.

Одним из наиболее важных мероприятий, способствующих улучшению снабжения и устранению задержки производства изделия, должно стать резкое сокращение номенклатуры применяемых материалов. Опыт производства изделий различных конструкторов в условиях одного завода показывает, что расширение номенклатуры применяемых материалов часто не оправдано.

Так, для высадки болтов и винтов одинаковых диаметров и длин используется проволока одинаковых размеров из сталей 10, 15, 25, 3, 45, 30ХГСА, 1Х18Н9 и 1Х18Н9Т; для изготовления заклепок — проволока одинаковых размеров из материалов Д1П, Д16П, Д18П, Д18, АМг5, АМц, АМцАМ, В65, 15А, 20ГА, 1Х18Н9Т, М2 и других.

В табл. 1 приведено распределение болтов и простых шестигранных гаек по диаметрам и материалу (в штуках на изделие).

Таблица наглядно показывает, что конструкторы целого ряда ОКБ применяют нормализованные детали без унификации их материала. Руководители групп нормалей при ОКБ мирятся с этим и не ограничивают использование нормалей по материалу.

Это положение очень затрудняет работу заводов по следующим причинам.

1. Для раздельного хранения нормализованных деталей из разных материалов приходится устанавливать дополнительно большое количество стеллажей на складах и в комплектовочных кладовых. Достаточно указать, что производственной площади, занятой такими лишними стеллажами по двум цехам, изготавливающим нормализованные детали, и десяти цехам, потребляющим их, хватило бы для размещения цеха средних размеров.

Таблица 1

Распределение болтов и простых шестигранных гаек по диаметру и материалу

Деталь	Диаметр в мм	Углеродистые стали		Сталь 30ХГСА		Общее количество в штуках на изделие
		количество штук на изделие	процент от общего количества заклепок из сталей углеродистых и 30ХГСА	количество штук на изделие	процент от общего количества заклепок из сталей углеродистых и 30ХГСА	
Высадные болты 5-го класса	3	2474	100	—	—	2474
	4	28943	95	1524	5	30470
	5	19856	80	4873	20	24729
	6	11913	80	2972	20	14885
	8	583	45	710	55	1293
Всего		63769	86	10082	14	73851
Болты точеные и болты 2-го класса	3	215	100	—	—	215
	4	1024	100	—	—	1024
	5	1628	62	991	38	2609
	6	1050	11	8333	89	9383
	7	6	3	194	97	200
	8	405	6	6452	94	6857
	9	—	—	14	100	14
	10	108	5	2059	95	2167
	12	35	3	1094	97	1129
	14	3	2	294	98	298
	15	—	—	12	100	15
	16	4	5	84	95	88
	18	2	8	24	92	26
	20	7	28	18	72	25
	22	—	—	8	100	8
Всего		4477	19	19577	81	24054
Всего болтов		68246	70	29659	30	97905
Гайки простые шестигранные	3	273	100	—	—	273
	4	475	100	—	—	475
	5	2853	99	14	1	2867
	6	1196	85	213	15	1409
	8	591	86	95	14	686
	10	429	94	28	6	457
	12	94	88	12	12	106
	14	221	96	10	4	231
	16	89	93	7	7	96
	18	61	79	16	21	77
	22	24	33	44	67	68
Всего		6306	93	439	7	6745

2. Затрудняется планирование и учет производства, требуется дополнительный штат комплектовщиков, контролеров и плановиков.

3. Требуется создание сложной и дорогостоящей системы маркировки нормализованных деталей по материалу с изготовлением специальных матриц для высадки деталей каждого типоразмера из заготовок разных материалов. Например, при смене одного изделия на другое только по этой причине не удалось применить и пришлось списать как металлолом около 800 высадных матриц, стоимостью по 25 руб. каждая, так как они имели маркировку, не примененную в новом изделии.

Производственная практика ряда заводов показала, что обычно нет необходимости использовать одинаковые нормализованные детали из разного материала. Можно было бы установить такое разграничение: болты диаметром до 5 мм включительно должны изготавливаться только из углеродистой стали 15А, а диаметром свыше 5 мм, как более ответственные (с повышенной прочностью) — только из стали 30ХГСА. Точно также, заклепки диаметром до 3,5 мм следует изготавливать из сплава Д18П, свыше 3,5 — из сплава В65 или стали (за исключением тех случаев, когда необходимо применять материалы 1Х18Н9 или АМц). Кроме резкого сокращения номенклатуры материалов, удешевления нормализованных деталей малых размеров и высвобождения значительных производственных площадей, это дало бы возможность упростить и удешевить маркировку нормализованных деталей по маркам материала. Это мероприятие также повысило бы технологичность нормалей и конструктивную преемственность нормализованных деталей различных изделий, и, наконец, исключило бы ошибки при установке на изделия нормализованных деталей из материалов разных марок.

В настоящее время маркировка материалов очень сложна. На металлургических заводах прутковый металл маркируют по классам цветной краской, а по маркам металла и плавкам — отбойками на концах прутков диаметром свыше 25 мм или бирками на пачках прутков меньшего диаметра. На заводах-потребителях цветную маркировку поставщика снимают и после проверки наносят свою. Для разных заводов она различна, так как единой системы еще нет. Правда, в последнее время НИИТ провел большую работу по собиранию различных типов маркировок на заводах и создал проект нормалей по маркировке.

Не создано единой нормали для механической маркировки шестигранного материала, идущего на изготовление нормализованных деталей типа болтов с шестигранной головкой и шестигранных гаек. Указания по такой маркировке, содержащиеся в нормальи МАП 121АТ—52, необязательны и для каждой марки материала подробно не разработаны.

Между тем многие заводы для гаек и точеных болтов применяют механическую маркировку в течение ряда лет. Она очень удобна и сохраняется на различных стадиях технологического процесса. Механическую маркировку следует накатывать на грани

прутка, непосредственно на заводе, прокатывающем прутки. Один из вариантов механической маркировки шестигранных прутков приведен в табл. 2.

Таблица 2

Марка материала	Маркировка шестигранных прутков накатными роликами	
	основная	дублирующая
А12		
Д16Т		
30ХГСА		
30ХГСАНА		
ЛС59-1		

Примечания: 1. Маркировку наносят на одной грани шестигранника по всей длине.

2. Маркировочные знаки должны быть отчетливо видны невооруженным глазом.

Еще менее удовлетворяет заводских работников положение с маркировкой высадных нормализованных деталей по марке материала и всех деталей — по классам точности.

В той же нормальи 121АТ—52 привычная для всех работников заводов маркировка нормализованных деталей из стали 30ХГСА выпуклым крестом (+) на головке заменена маркировкой типа лунки (утопленная точка) на резьбовом конце болта.

Маркировку выпуклым крестом на головках высадных болтов из стали 30ХГСА целесообразно сохранить по следующим соображениям:

а) большинство болтов, установленных на узлах и агрегатах, невозможно просмотреть со стороны резьбовой части; поэтому определить на них марку материала нельзя;


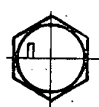
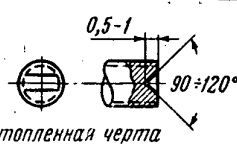
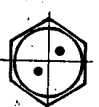

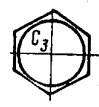
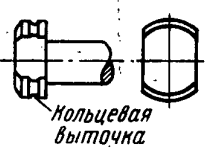
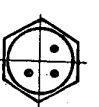
СССР Министерство авиационной промышленности	БОЛТЫ, ВИНТЫ, ГАЙКИ, МАРКИРОВКА (Проект нормали)	121АТ—58
		Взамен 121АТ—52
		На 1 листе

Маркировка стальных болтов, винтов и гаек, изготавливаемых по нормам МАП, для определения марки материала и класса точности.


А. Болты и винты

Маркировка материала

Маркировка класса точности

Марка стали	Маркировка	Класс точности	Маркировка
30ХГСА	 <i>Крест на головке болта</i>	Пл	
16ХСН	 <i>Утопленная черта</i>	Х	
40ХНМА 40ХНВА	 <i>Фасонная выточка</i>	С ₃	
30ХГСНА	 <i>Кольцевая выточка</i>	Х ₃	
Углеродистые стали	Не маркируются	С ₅	Не маркируются

Б. Гайки

Материал	Маркировка
Углеродистые стали	Не маркируются
Сталь 30ХГСА	<i>Накатка на грани</i> 

Знаки маркировки утопленные или выпуклые.

б) при накатывании резьбы на болтах (особенно малых диаметров) из углеродистых сталей крайние слои металла наплавляют на торец болта, образуя лунку, похожую на маркировку болтов из хромансиля;

в) при проверке твердости болтов после термообработки зачищается торец резьбового конца и почти целиком снимается лунка. Лунку на точеных болтах можно оставить как дополнительную маркировку к имеющейся на грани прутка (сохраняющейся на головке болта).

Маркировка болтов по классам точности, предложенная в нормали 121АТ—52, также имеет существенные недостатки.

Болты 3-го класса точности необходимо маркировать тремя точками, так как:

а) эти болты, маркированные одной углубленной точкой, по нормали 121АТ—52 легко перевести в болты 2-го класса точности, поставив одну лишнюю точку;

б) остаток металла при отрезке головки точеного

болта похож на маркировку высадного болта 3-го класса точности согласно нормали 121АТ—52;

в) маркировка двумя и тремя точками соответствует классам точности и не требует дополнительных условных обозначений.

Исходя из вышеизложенного, в нормаль 121АТ—52 надо внести следующие изменения (см. проект нормали, стр. 74).

1. Для болтов 3-го класса точности ходовой посадки (X_3) оставить маркировку только тремя точками и, соответственно, для болтов 2-го класса точности ходовой посадки (X) — двумя точками, так как рекомендуемой по нормали 121АТ—52 буквой «Х» по нормальям на гайки обозначается марка стали (хромансиль); на головках болтов ставится крест (+), который также легко спутать с буквой «Х».

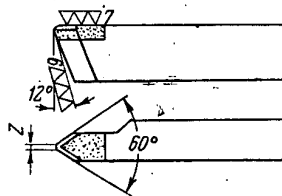
2. Маркировку болтов 2-го класса точности легко-прессовой посадки делать только буквой «П» вместо «Пл», учитывая, что на головках болтов малых диаметров негде будет ставить клейма термообработки и знаки маркировки марки материала.

В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Резец для скоростного нарезания резьбы

Токарь Н. П. Лысенко усовершенствовал геометрию заточки резьбовых резцов с пластинками из твердого сплава.

На режущих кромках, образующих профиль резьбы, делаются фаски 0,8—1,5 мм под углом 5° и передней поверхности резца.



Резцы с такой заточкой обладают хорошей стойкостью, обеспечивают чистоту поверхности $\nabla \nabla \nabla 7$ по ГОСТ 2789—51 и позволяют повысить режимы нарезания резьбы.

Высокая степень чистоты, получаемая при нарезании резцами с указанной заточкой, позволила снять калибровку резьбы метчиками и плашками.

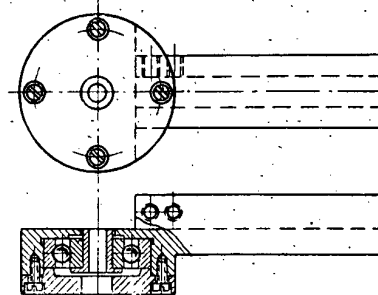
Хорошие результаты получены при нарезании резьбы на сталях повышенной прочности.

По материалам Дома техники Министерства оборонной промышленности СССР, «Бюллетень обмена производственно-техническим опытом», 1956, № 2. Публикуется в сборнике «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», Оборонгиз, 1958; вып. 1.

Приспособление для обточки длинных прутков

Разработано приспособление для обточки длинных и тонких прутков, которое можно установить на любом токарном станке.

В головку оправки приспособления запрессовываются шарикоподшипник и втулка, через которую проходит обрабатываемый пруток. Оправка с резцом, установленным на нужный размер, крепится в резцедержателе станка. Пруток зажимается в трехкулачковом патроне, а оправка с резцом движется вместе с суппортом станка. Меняя направляющие втулки, можно обрабатывать детали разных диаметров.



Применение этого приспособления дает возможность обрабатывать детали за один проход, благодаря чему значительно возрастает производительность труда.

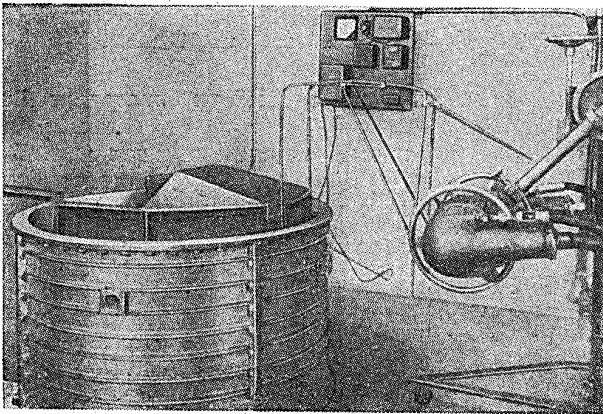
По материалам Дома техники Министерства оборонной промышленности СССР, «Бюллетень обмена производственно-техническим опытом», 1956, № 2.

Публикуется в сборнике «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, вып. 1.

В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Из опыта рентгеновского контроля крупногабаритных деталей

Б. В. БОРЩЕВ



Просвечивание отсеков корпуса.

Для выявления внутренних дефектов отливок из алюминиевых и магниевых сплавов с помощью рентгеновских лучей пользуются двумя способами:

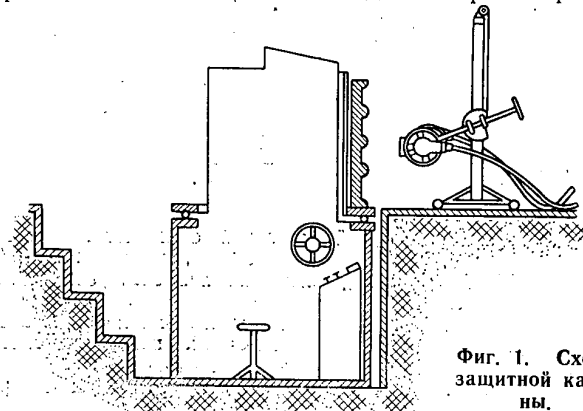
- а) просвечиванием деталей на рентгеновскую пленку (фотографический способ);
- б) просвечиванием деталей на специальный флуоресцирующий экран (визуальный способ).

Второй способ более экономичен, так как для него не нужны рентгеновская пленка и химикаты, а время контроля меньше. Однако при его внедрении на заводе бывают затруднения при просвечивании крупногабаритных отливок весом свыше 50 кг, так как в этом случае качественный контроль возможен только при их приближении к самому экрану. При просвечивании изготавливаемых на заводе среднего и заднего корпусов это условие выполнялось лишь частично и со значительными затратами времени. На подъем и перемещение корпусов перед экраном расходовалось до 15 мин., в то время как сам контроль занимал всего 3—4 мин. Кроме того, нельзя было проверить визуальным способом продольные и поперечные фланцы; эти участки приходилось просвечивать на рентгеновскую пленку.

Все указанные недостатки были устранены созданием специально спроектированной защитной кабины *. Она размещена таким образом, что поворотный круг, на который ставятся детали, и нижний край просвечивающего экрана находятся на уровне пола. При расположении защитной кабины в сделанном в полу углублении (фиг. 1) отпала необходимость в изготовлении и использовании сложных крепежных и подъемных приспособлений. Детали устанавливаются на поворотный круг простым передвижением по полу.

Восьмигранная кабина изготовлена из уголкового железа № 4 и обшита двухмиллиметровым стальным листом, а верх, передняя и две боковые стенки, кроме того, — четырехмиллиметровым свинцом.

Размеры кабины: высота 1900 мм, ширина грани 400 мм, наименьший внутренний размер 940 мм. В нижней части передней стенки имеется выступ размерами 200×400×800 мм. С задней стороны прива-



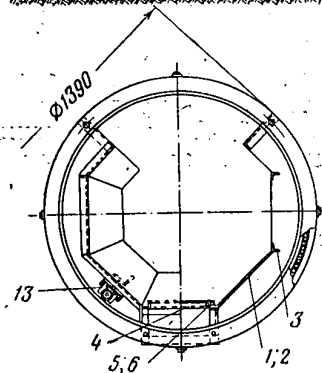
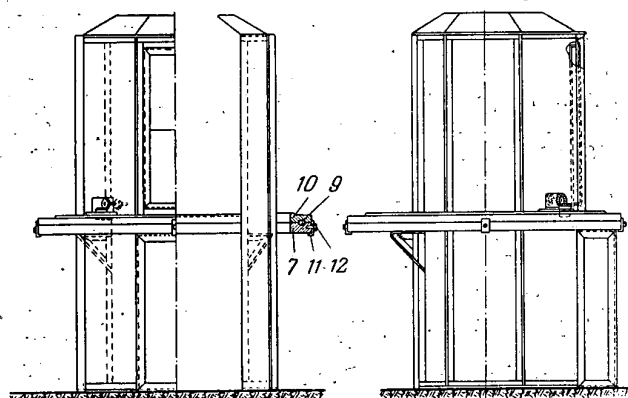
Фиг. 1. Схема защитной кабины.

рены два кронштейна. Поворотный круг крепится к выступу и двум кронштейнам (фиг. 2). Он собран из двух колец, изготовленных из выпора детали магниевого сплава. Кольца имеют в средней части

* В создании кабины и разработке способа контроля принимали участие В. Гунин, П. Глафирин и Р. Боталов.

канавку, в которой уложены стальные шарики диаметром 16 мм. Нижнее кольцо болтами крепится к кронштейнам и к выступу кабины. Верхнее кольцо лежит на шариках, уложенных в канавку нижнего

Вид сбоку

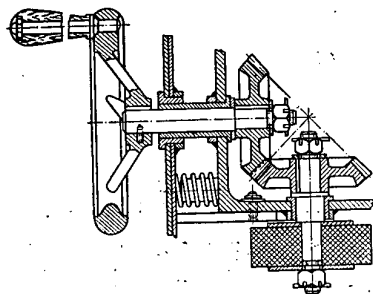


Фиг. 2. Кабина для визуального просвечивания.

- 1—корпус, 2—облицовка;
3—каркас; 4—стекло; 5—
рамка; 6, 8, 12—болты; 7—
нижнее кольцо; 9—шарики;
10—верхнее кольцо; 11—
ограничительная планка;
13—поворотный механизм.

кольца. К внутренней стороне верхнего кольца вдоль всей окружности приклепан прорезиненный ремень для лучшего сцепления с резиновым роликом.

Поворот верхнего кольца осуществляется из кабины при помощи штурвала, двух конических колес и резинового ролика (фиг. 3). Между одним из колес и стенкой кабины установлены две пружины, которые прижимают ролик к поворотному кольцу.



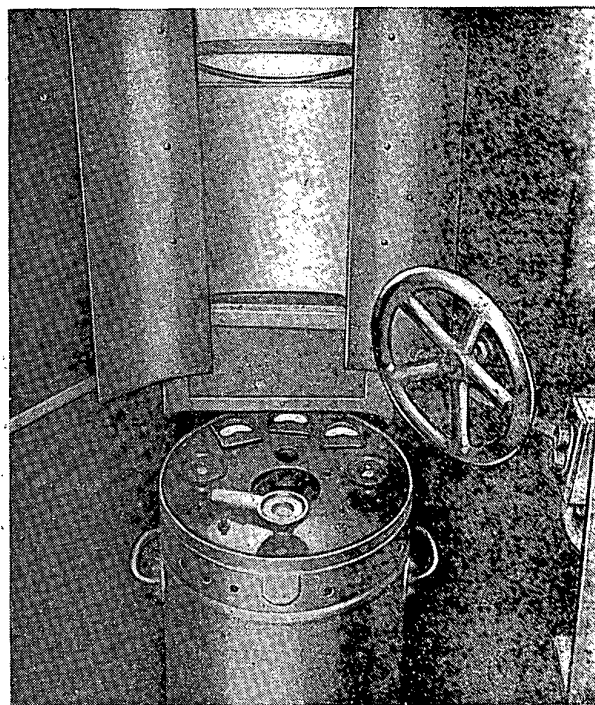
Фиг. 3. Поворотный механизм.

В передней стенке кабины вставлено двойное просвинцованное стекло. За ним на рамке укреплены два изогнутых просвечивающих экрана. Их передняя сторона защищена прозрачной пленкой, а задняя — текстолитовым листом. Рамка с экранами твердо

крепится к кабине. Зазор между экраном и поворотным кругом не превышает 10 мм.

На заводе используется рентгеновский аппарат, состоящий из высоковольтных блоков и защитной бленды от аппарата РУП-1, и рентгеновская трубка ЗБПМ-200. Управление подъемом и опусканием бленды осуществляется из кабины. Для этого на основании штатива установлен трехфазный электродвигатель мощностью 500 вт.

На стойке штатива в верхней и нижней частях помещены блокировочные устройства, отключающие



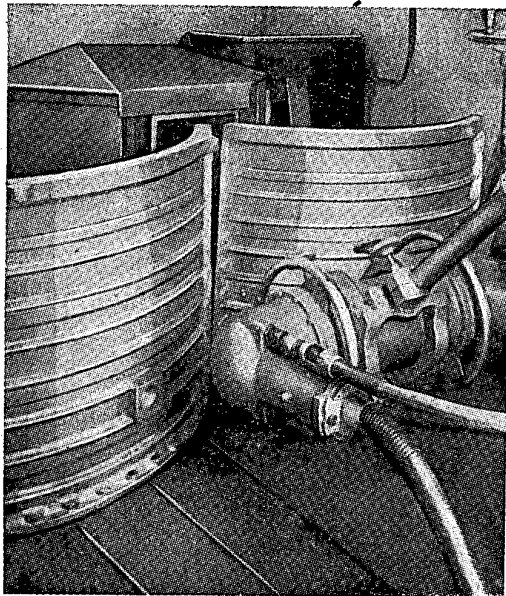
Фиг. 4. Пульт управления.

электродвигатель, работающий от двух пускателей ПМ-48. Пульт управления помещен внутри кабины (фиг. 4).

Для работы можно использовать и аппарат РУП-200-20-3м. Пульт управления этого аппарата имеет малые габариты и может поместиться в защитной кабине. Следует применять рентгеновскую трубку 1,5БПМ-200, которая имеет более острый фокус, чем трубка ЗБПМ-200.

Просвечивание выполняется в помещении, защищенном от света. Лаборанты перед началом работы привыкают к условиям работы, находясь в темноте не менее 10 мин. В перерывах между просвечиванием они надевают очки с затемненными стеклами. В помещении одновременно работают два человека.

Детали, проходящие рентгеновский контроль, имеют индивидуальные номера. Лаборант записывает каждую деталь в журнал и при окончании просмотра указывает, какие дефекты обнаружены. Если они находятся в пределах технических усло-



Фиг. 5. Просвечивание боковых фланцев.

вий, то деталь клеймится персональным клеймом лаборанта.

Отсеки корпуса можно устанавливать на круг одновременно по 4 шт. (см. фигуру в начале статьи). Вращая круг, просматривают сначала верхние части отсеков, потом нажатием кнопки опускают рентгеновскую трубку и просматривают средние части, и, наконец, нижние. Таким образом, работа ведется в три приема.

Напряжение на рентгеновской трубке выбирается от 100 до 150 кВ при токе 10—15 мА, в зависимости от толщины и материала просматриваемой детали. Если на детали обнаруживаются (или подозреваются) дефектные места, то они тут же просвечиваются на рентгеновскую пленку.

Для закрепления пленки служит приспособление, состоящее из стальной пластины, которая выгнута по форме детали и имеет зажимы для пленки. Пластина нижним концом устанавливается между буртом поворотного круга и деталью, а сверху имеет на шарнире крючок, которым зацепляется за верхний фланец. Пленка плотно прижимается к детали.

По окончании просмотра стенок поворачивают два отсека продольными фланцами к экрану, и, передвигая рентгеновскую трубку, просматривают боковые фланцы (фиг. 5).

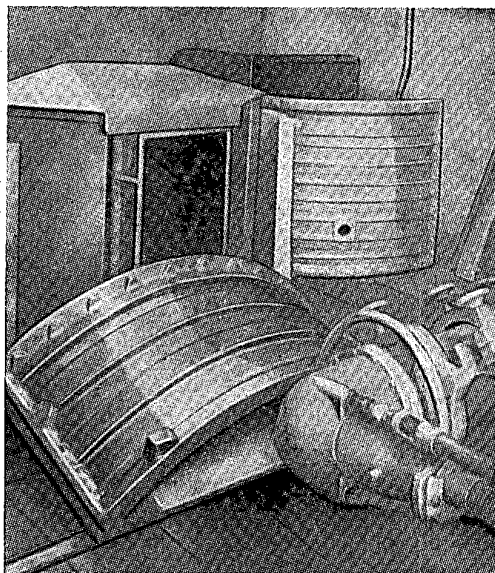
Для контроля плоских деталей или нижних фланцев описанных отсеков служит дополнительное приспособление, состоящее из съемных рельсов и тележки. Рельсы устанавливаются параллельно экрану с уклоном в 10—12°. Тележка при помощи троса, проходящего через блок, закрепленный в стене, соединяется с поворотным кругом. Деталь, уложенная

на тележку, поворотом круга постепенно поднимается вверх и проходит около экрана. Если необходимо вновь просмотреть уже проверенный участок, то круг повертывают в обратном направлении и тележка с деталью под собственной тяжестью скатывается вниз (фиг. 6). Такое весьма простое приспособление обеспечивает медленное передвижение плоских деталей вдоль экрана.

Рельсы сделаны в виде рамы из уголкового железа и по их углам приварено четыре штыря, которые вставляются в четыре отверстия в полу. Таким образом, рельсы всегда устанавливаются на определенное место.

Тележка изготовлена из десятимиллиметровой фанеры, к которой прикреплены два бруска и привинчены две оси с шариковыми подшипниками.

Перед пуском кабины в эксплуатацию была проверена надежность защиты от проникновения рентгеновских лучей. При напряжении на рентгеновской трубке 200 кВ и токе 10 мА конденсаторный дозиметр № 110, установленный в кабине, где находится оператор, показал менее 1,5 мкрентген/сек, т. е. ниже допустимой нормы облучения. Как показывает опыт, визуальным способом можно выявить все дефекты, недопустимые по техническим условиям на деталях современных двигателей. Уже просмотрены тысячи деталей, которые установлены на двигатели и сданы в эксплуатацию.



Фиг. 6. Съемные рельсы и тележка для просвечивания плоских деталей и нижних фланцев.

Заводским лабораториям, в которых осуществляется массовый рентгеновский контроль крупногабаритных деталей из алюминиевых и магниевых сплавов, можно рекомендовать применять защитные кабины описанного устройства.

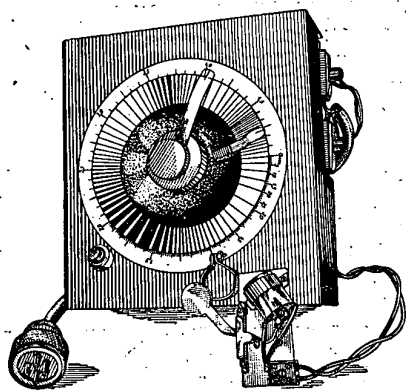
Реле времени к установкам для спектрального анализа

Л. А. НИКИТИН

При спектральном анализе необходимо точно выдерживать время обжига и экспозиции. Применяемый для этого на большинстве заводов метод ручного управления заслонкой объектива и дугой генератора по секундомеру является неудобным и недостаточно точным. Отечественная промышленность не выпускает реле времени, пригодных для работы в комплекте со спектральными установками.

На заводе сконструировано, изготовлено и успешно применяется электромеханическое реле, обеспечивающее две выдержки времени срабатывания (фиг. 1).

Основной частью реле является синхронный микродвигатель с числом оборотов 375 об/мин. Редуктор подобран с таким расчетом, чтобы выходная ось вращалась со скоростью один оборот за 5 мин. Передаточное число редуктора 1875. На выходной оси редуктора посажены две (одна в другой) эбонитовые втулки, которые можно рукой проворачивать относительно друг друга и относительно выходной оси редуктора. На каждой из втулок наглухо закреплены диск, указывающая стрелка и ручка управления с фиксирующим винтом. Один из дисков имеет небольшой выступ высотой 2—3 мм, а другой — выступ на половине окружности радиусом на 2—3 мм меньше, т. е. выступ по окружности имеет длину, равную дуге в 180° .

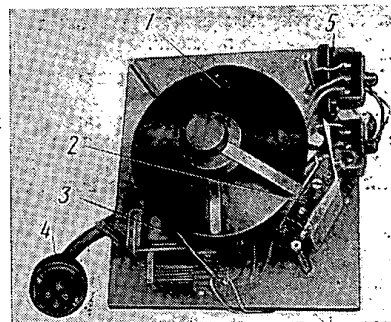


Фиг. 1. Реле времени с заслонкой, укрепляемой на объективе.

Ручкой и связанным с ней диском с небольшим выступом устанавливают общее время выдержки, т. е. обжиг плюс экспозиция; второй ручкой ограничивается время обжига, т. е. регулируется момент открытия и закрытия заслонки объектива. Таким образом, время экспозиции получается как разность между общим временем и временем обжига.

Шкала прибора разбита на секунды и крепится таким образом, что обе стрелки движутся по окружности шкалы одна над другой (фиг. 2).

Заслонка объектива выполнена в виде семафора и связана с железным сердечником электромагнитной



Фиг. 2. Реле времени со снятым кожухом и шкалой.

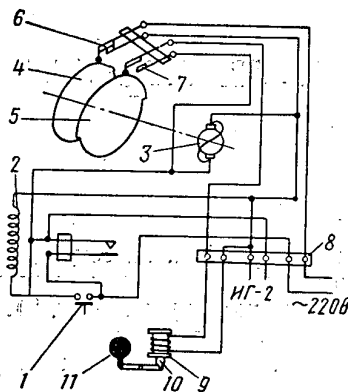
1—диски; 2—нормально замкнутые контакты; 3—электромагнитное реле; 4—четырёхштырьевая вилка для подключения к генератору; 5—переходная колодка.

катушки. При прохождении электрического тока по катушке сердечник втягивается в нее и заслонка открывает объектив. При выключении тока сердечник под действием собственного веса возвращается в исходное положение и заслонка закрывает объектив. Катушку с сердечником и заслонку монтируют на дуралюминовой пластинке и закрепляют небольшим хомутиком на объективе.

Электромеханическая схема прибора (фиг. 3) действует следующим образом.

При нажмении на кнопку 1 срабатывает реле 2. Схема собрана так, что реле 2 оказывается заблокированным само на себя. Ток одновременно подается на синхронный микроэлектродвигатель 3 и через нормально замкнутый контакт 6, установленный над диском 4 (с небольшим выступом), на генератор спектральной установки. Выступ диска 5 в этот момент подведен под другой нормально замкнутый контакт 7 и держит его разомкнутым. По окончании времени обжига контакт 7 сходит с выступа диска 5 и замыкается; ток, проходя по катушке, втягивает сердечник 10 и открывает заслонку 11 объектива.

После полной выдержки контакт 6 размыкается выступом диска 4, реле 2 разблокируется и замыкает электрическую цепь. Одновременно прерывается дуга, закрывается заслонка объектива и останавливается синхронный двигатель.



Фиг. 3. Электромеханическая схема реле времени.

1—кнопка включения; 2—электромагнитное реле; 3—синхронный микроэлектродвигатель; 4, 5—диски; 6, 7—нормально замкнутые контакты; 8—переходная колодка; 9—электромагнитная катушка; 10—железный сердечник; 11—заслонка объектива.

Регулируемый диапазон описываемого реле составляет от 1 сек. до 5 мин. (по 2,5 мин. на обжиг и экспозицию). Выдержки в указанном диапазоне применяются при спектральном анализе чаще других. В случае использования реле для иных целей и необходимости увеличения выдержек времени следует провести перерасчет редуктора для получения нужного передаточного числа.

Точность описываемого реле 0,17%. Следует отметить, что точность в данном случае находится в зависимости от диаметров дисков и шкалы и точности подгонки редуктора (отсутствие люфта). В описываемом реле для дисков и для шкалы выбран диаметр 130 мм. Это обусловлено желанием не увеличивать габаритные размеры прибора, который в этом случае может поместиться на верхней панели генератора спектральной установки.

Реле имеет четырехштырьевую вилку, которую вставляют в розетку на боковой стенке генератора, предназначенную для подключения кнопки дистанционного управления. Надобность в этой кнопке при подключенном реле отпадает.

Повышение стойкости режущего инструмента сульфидированием

Н. П. ПОЛЯКОВ

Центральной лабораторией завода совместно с лабораторией резания разработан и внедрен в производство технологический процесс сульфидирования режущего инструмента.

Сульфидирование является новым видом химико-термической обработки стали, в результате которой поверхностные слои ее насыщаются серой, образуя сернистые соединения типа FeS. Наличие сернистого железа на поверхности стали значительно уменьшает коэффициент трения, чем и объясняется повышенная износостойкость инструмента, насыщенного серой.

Сущность процесса сульфидирования сводится к следующему.

Обезжиренный инструмент загружают в ванну, содержащую сернистые соли, и выдерживают там 1,5—2 часа при $560 \pm 10^\circ \text{C}$, после чего охлаждают на воздухе. Для удаления налипших солей его промывают в горячей воде при температуре не ниже 80°C , а затем для антикоррозийной защиты и декоративного покрытия выдерживают в масле при $110—125^\circ \text{C}$ в течение 10—15 мин. После этого инструмент протирают древесными опилками и обдувают воздухом.

На заводе проверены два состава ванн. По интенсивности насыщения серой они оказались одинаковыми. Однако состав, приведенный ниже, отличается лучшей жидкотекучестью и менее вреден.

Состав ванны:

а) нейтральная часть: 17% хлористого натрия, 25% хлористого бария и 38% хлористого кальция, б) активная часть: 13,2% сернистого железа и 3,4% сернистого натрия;

в) ускоритель: 3,4% желтой кровяной соли.

Сульфидирование не изменяет твердости быстрорежущей стали и значительно повышает стойкость инструмента, в особенности при обработке жаростойких сплавов.

При сверлении дисков турбины из сплава ЭИ437Б стойкость сверл после сульфидирования возросла в три раза. При фрезеровании спинки лопатки турбины из сплава ЭИ598 стойкость сульфидированной фрезы составила 15—18 шт. вместо 9—10 при обработке обычной фрезой.

Опыт показывает, что сульфидирование увеличивает стойкость режущего инструмента в полтора-три раза.

Обеспечение герметичности деталей из магниевых сплавов

А. ОЛЬХОВА и Л. ФИЛИПОВА

По условиям эксплуатации некоторые литые детали из магниевых сплавов должны быть герметичны. Поры в них заделывают путем пропитки в грунт-эмали. Однако часть деталей все-таки остается пористой и не выдерживает испытания на герметичность.

В заводской лаборатории проведена работа по устранению пористости, сохранившейся после двукратной пропитки деталей из сплава МЛ5 грунт-эмалью. Работа выполнялась в следующем порядке:

- а) прогрев при 150—170° С в течение 3 час.;
- б) подогрев льняного масла до 80—100° С;
- в) заливка пористых участков деталей подогретым маслом;

г) сушка деталей в течение 3 час. до полного высыхания масла.

После этого детали проверялись на герметичность в обычных условиях и при низкой температуре. Испытание показало полную герметичность отливок, пропитанных льняным маслом по указанному режиму.

Предварительный подогрев для тонкостенных деталей можно сократить до 30—40 мин., а заливку дефектных мест для небольших деталей заменить полным погружением их в масло.

Описанный способ устранения пористости магниевых сплавов можно рекомендовать для внедрения в производство.

Местная защита при анодировании

А. КОСТИЦЫНА и Л. ФИЛИПОВА

Детали из алюминиевых сплавов с целью антикоррозийной защиты анодируются, т. е. покрываются стойкой защитной пленкой, представляющей собой окись алюминия.

Однако при точечной электросварке анодированных деталей пленка окиси создает высокое омическое сопротивление (200—260 ом) и снижает качество сварки; поэтому места, где будет проходить сварной шов, необходимо защищать от анодирования.

Для этого применяются клей № 88 с наполнителем из окиси алюминия, лаки БФ2, БФ4, АК20, ХВЛ21, эмаль № 560, сырая резина, типографская краска.

Однако, как показал опыт, все эти материалы имеют существенные недостатки: слабо защищают поверхность металла от анодирования; долго сохнут (например, клей № 88 в течение 5 час.); защитные пленки очень трудно удаляются.

В результате экспериментальной работы, проведенной на заводе под руководством Л. А. Филипповой, удалось подобрать новый вид защитного покрытия — эмаль ХВЭ4, которую ранее для этой цели не использовали.

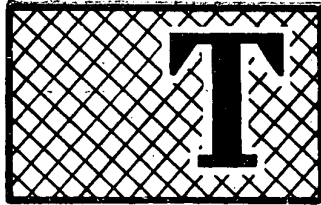
На участки, подготовленные для точечной сварки, эмаль ХВЭ4 наносится кистью. Сушится пленка при

комнатной температуре в течение 30—40 мин. или под калорифером при 60—70° С за 15—20 мин. Эмаль ХВЭ4 очень стойка в сернокислом электролите, применяемом при анодировании. После анодирования она быстро снимается бензином или смывкой.

Омическое сопротивление и прочность сварки при защите эмалью ХВЭ4 характеризуются следующими данными:

Омическое сопротивление до анодирования в ом	Омическое сопротивление через 2 часа после анодирования в ом	Омическое сопротивление через 24 часа после анодирования в ом	Прочность одной сварной точки при разрыве в кг
84	84	128	545
90	70	160	550
94	90	170	340

Эмаль ХВЭ4 с успехом применяется в гальваническом цехе для защиты от образования окисной пленки на анодированных деталях из алюминиевых сплавов, подлежащих точечной электросварке.



ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Улучшение условий труда на участках сернокислотного анодирования

М. П. ЗДОРКИНА

При сернокислотном анодировании алюминия и его сплавов воздух около ванн часто бывает загрязнен парами серной кислоты. Из-за недостаточно мощной вытяжной вентиляции или перерывов в ее работе серная кислота, увлекаемая газообразными продуктами электролиза, попадает в воздух и раздражает дыхательные пути рабочих.

На заводе для очищения воздуха успешно опробован метод добавления 0,5 г/л пенообразователя

ОП10 в сернокислотный электролит ванн анодирования. Газообразные продукты электролиза, перемешивая электролит, образуют с пенообразователем ОП10 на поверхности ванны обильную пену, которая препятствует попаданию паров серной кислоты в окружающий воздух.

На качестве анодирования и окрашивания оксидной пленки добавка пенообразователя не отражается.

Установка для автоматического испытания изделий на пробой

А. А. НОВИКОВ

На одном из заводов авиационной промышленности разработана и внедрена установка для испытания изделий на пробой под напряжением 500 в при полной безопасности для работающего.

Раньше это испытание выполняли два человека, один из которых непосредственно проводил его, а другой наблюдал за действиями работающего и предупреждал о возможных нарушениях. Само испытание вели вручную, щупами, без постепенного подъема напряжения до 500 в.

С внедрением новой установки проверку выполняет один человек. В установку загружают до 14 изделий, напряжение повышают постепенно в те-

чение 30 сек., затем делают выдержку 1 мин. Если все изделия годны, то к концу проверки появляется зеленый сигнал; если некоторые негодны — испытание автоматически прерывается, причем бракованные изделия (каждое отдельно), отмечаются нумерованными светящимися лампочками.

В результате внедрения описанной установки облегчен и стал безопасным труд рабочих, механизирован и автоматизирован ручной труд, снижена трудоемкость и улучшено качество испытаний изделий, обеспечено строгое выполнение ТУ и сокращено количество занятых испытанием рабочих.

ЗАВОДСКИЙ ОПЫТ

Увязка мягких баков с контейнерами

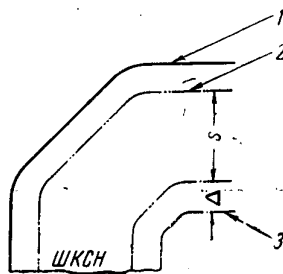
В самолетах широко применяются мягкие баки для горючего, представляющие собой резиновые мешки, заключенные в жесткие контейнеры, которые являются конструктивными частями самолета. В мягкие баки с горючим подается воздух под давлением 0,2—0,3 атм. Вследствие этого стенки бака расправляются и прижимаются к стенкам контейнера.

Для безопасной эксплуатации мягкого бака контур его должен достаточно точно совпадать с контуром контейнера. Необходимо, чтобы при работе в стенках бака не возникали растягивающие напряжения. Для этого бак делают несколько больше контейнера. Величина складок строго регламентирована техническими условиями, так как при больших складках появляются крупные перегибы. В этих местах стенки трутся одна о другую, что ведет к быстрому разрушению бака. Поэтому требуется тщательная увязка контура бака с контуром контейнера, а также расположения отверстий в контейнере с расположением аппаратуры, патрубков и болтов на баке. Несовпадение отверстий контейнера с болтами вызывает местные напряжения в стенках бака, излишние складки, а также недопустимые перекосы болтов.

На заводе выработана методика увязки оснастки для изготовления мягких баков и контейнеров, обеспечивающая выполнение требований к монтажу баков. Основным исходным материалом для увязки баков с контейнерами является плаз бака, который согласован с плазом фюзеляжа. По плазу бака делают шаблоны наружного контура сечения (ШКСН) с вычерченными на них контурами бака, разборной формы и технологическими зазорами, возникающими между разборной формой и болванкой, по которой изготавливают разборную форму. Технологический зазор устанавливают равным примерно 1 мм (фиг. 1).

По ШКСН выполняют контршаблон (КШКСН). Пользуясь ШКСН, при помощи плантографа по контуру усадочных шаблонов на болванке для изготовления разборной формы вычерчивают в масштабе 1:100 усадочные шаблоны, учитывая коэффициент усадки резины, равный 1%. Шаблоны

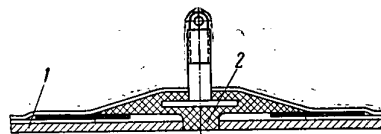
для проверки разборной формы выполняют по усадочным шаблонам с увеличением контура на толщину материала разборной формы и величину технологического зазора. На разбор-



Фиг. 1. Схема расположения контура бака.

1—теоретический контур; 2—внутренний контур; 3—контур усадочных шаблонов для болванки, по которой изготавливается разборная форма; s —толщина разборной формы; Δ —технологический зазор.

ной форме выклеивают бак и по съемным или постоянным фиксаторам размещают на нем всю арматуру, штуцеры и болты. Болты устанавливают на баке по отверстиям в разборной форме (фиг. 2). После проверки первого бака по контрольной корзинке в случае отклонений в расстановке



Фиг. 2. Установка болта по отверстию в разборной форме.

1—разборная форма; 2—выступ на резиновой заделке болта.

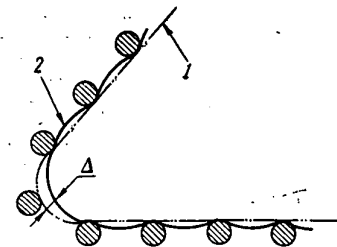
болтов легко провести корректировку положения отверстий в разборной форме.

Выклеенный бак на разборной форме поступает на вулканизацию. После вулканизации разборную форму вынимают и проверяют контуры бака и расположение арматуры по конт-

рольной корзинке, на которой отверстия для фланцев, штуцеров и болтов расположены в пределах допусков согласно чертежам и техническим условиям. Проверку ведут следующим образом. В бак подают воздух под давлением 0,1—0,3 атм. Стенки расширившегося бака должны прилегать к контрольной корзинке, не образуя складок и не испытывая неравномерных напряжений. Допускается, чтобы стенки бака не прилегали только в острых углах корзинки (фиг. 3).

Фланцы, штуцеры и болты должны свободно входить в отверстия в контрольной корзинке. Проверенный таким образом бак считается годным для эксплуатации.

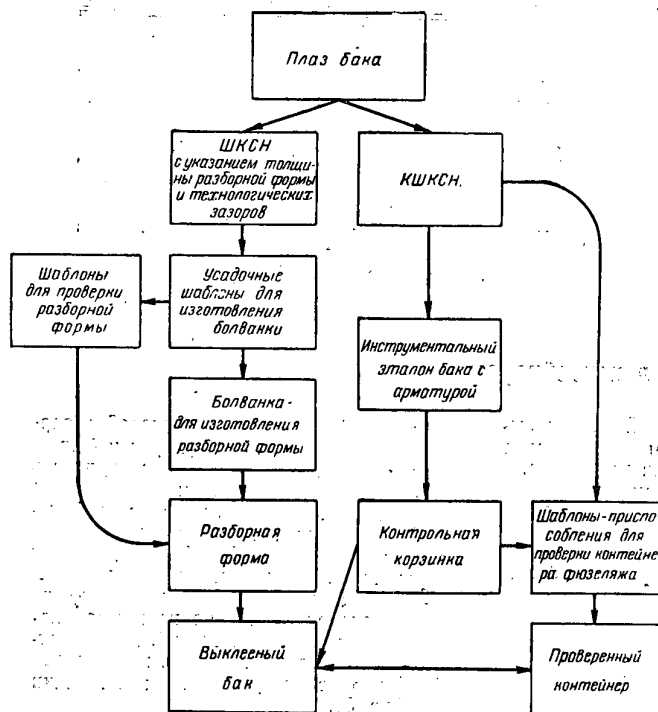
Увязку оснастки для сборки бака и контроля контейнера ведут следующим образом (фиг. 4). С плаза бака и ШКСН снимают шаблоны КШКСН,



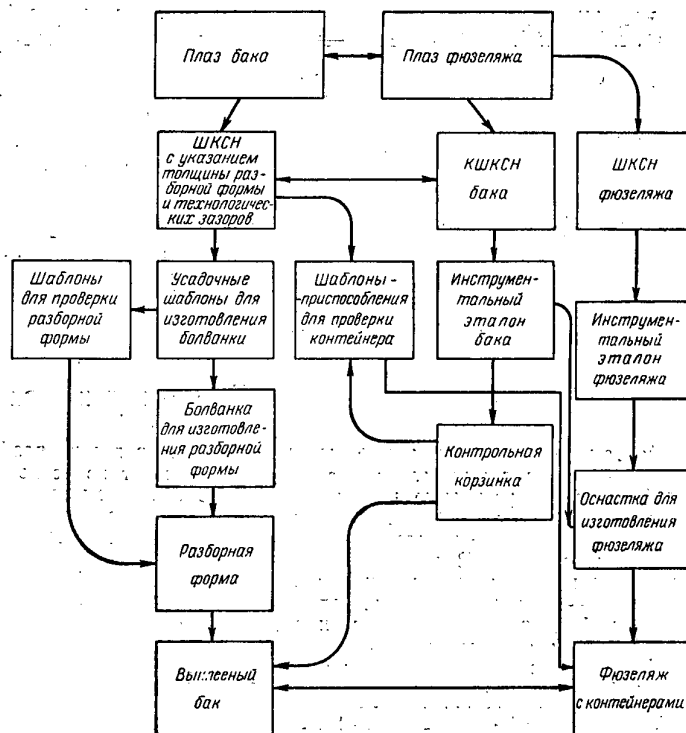
Фиг. 3. Положение стенок бака в острых углах контрольной корзинки.

1—контур решетки; 2—контур бака в поддутым состоянии; Δ —допустимый зазор.

по которым изготавливают инструментальные эталоны баков и шаблоны-приспособления для проверки контейнеров. На инструментальных эталонах баков выполнены наружные контуры, болты для крепления в контейнере, штуцеры и фланцы для крепления аппаратуры. На шаблонах-приспособлениях также выполнены сечения контура бака, уменьшенные на 4 мм с каждой стороны по сравнению с теоретическим контуром; отмечено рисками положение или сделаны отверстия под болты крепления баков в контейнере; установлены



Фиг. 4. Схема увязки оснастки и обеспечения сочетания баков с контейнерами.



Фиг. 5. Схема увязки с отстыковкой оснастки для изготовления фюзеляжа по эталонам баков.

неподвижные фиксаторы расположения штуцеров, равные по диаметру штуцерам, и выдвижные фиксаторы для проверки расположения различных люков и отверстий под арматуру.

По инструментальным эталонам баков изготовляют контрольные корзинки. Шаблоны приспособления для контроля контейнеров отстыковывают по контрольным корзинкам; поэтому бак, изготовленный в соответствии с контрольной корзинкой, идентичен по контуру шаблонам-приспособлениям, которыми проверяют контейнеры фюзеляжа. Следовательно, контрольная корзинка является согласующим звеном, утверждающим соответствие бака контейнеру.

Описанный метод вполне оправдал

себя на практике, но он имеет недостаток в том, что некоторые ошибки, допущенные в эталоне бака или в оснастке на изготовление фюзеляжа (контейнера), выявляются только в момент проверки контейнера по шаблону-приспособлению. Некоторые точки стыковки бака с фюзеляжем отражены на эталоне фюзеляжа, а непосредственную стыковку эталонов баков с эталоном фюзеляжа провести невозможно. Эталоны баков увязывают с эталоном фюзеляжа по плазам бака и фюзеляжа, полагая, что они вычерчены по одним источникам. Следовательно, разница в них должна быть в пределах допуска на вычерчивание плаза. Такая увязка не дает полной гарантии соответствия эталонов.

Чтобы добиться полной гарантии, нужно всю сборочную оснастку баков, смонтированную по эталону фюзеляжа, отстыковать по эталонам баков. Выявленную разницу в эталонах баков и эталоне фюзеляжа нужно устранить.

Для отстыковки сборочной оснастки с эталонами баков необходимо на сборочной оснастке и эталонах баков предусмотреть реперы, позволяющие отстыковывать оснастку по эталонам баков и эталонам фюзеляжа. В этом случае схема увязки баков с контейнерами несколько изменится (фиг. 5). Однако новый вариант в производстве еще не проверен.

А. В. Гмызин

Облицовка штампов эпоксидными смолами

На заводе по предложению одного из авторов статьи Д. М. Береславской эпоксидные смолы начали применять для облицовки штампов на падающих молотах взамен свинца, а также для некоторых других видов технологической оснастки.

Эпоксидные смолы представляют собой синтетические полиэферы, содержащие так называемую эпоксигруппу. При введении в смолы различных добавок, например, полиаминов, ангидридов карбоновых кислот и других, происходит образование трех-

мерных структур, т. е. отверждение смолы. В зависимости от характера добавки отверждение смолы может происходить при обычной температуре или при нагревании до 120—200°С без применения давления. При отверждении не выделяется летучих продуктов. Усадка смол практически ничтожна; они обладают высокой адгезией к поверхности, на которой происходило отверждение. Допускается применение разнообразных минеральных и органических наполнителей, удешевляющих композицию и

придающих ей определенные механические свойства. Смолы обладают высокой химической стойкостью и диэлектрическими свойствами, а также не вызывают коррозии металлов. Пластмассы на основе эпоксидных смол имеют небольшой удельный вес, сравнительно высокие твердость и механическую прочность. Указанные свойства обеспечивают эпоксидным смолам широкое применение в машиностроении.

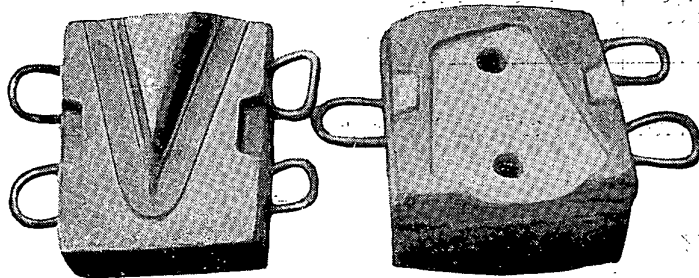
На заводе в процессе разработки заливочной композиции были опробованы

ваны различные материалы с целью получения оптимальных физико-механических качеств и максимального удешевления стоимости компонентов.

В качестве отвердителей брали гексаметилендиамин и полиэтиленполиамин, обеспечивающие отверждение смолы при обычной температуре, причем полиэтиленполиамин оказался

Эпоксидная смола ЭД6	100
Отвердитель (полиэтиленполиамин)	8
Пластификатор (дибутилфталат)	20—25
Наполнитель (гипс или железный сурик)	200

В случае необходимости тиколовая замазка добавляется в таком соотношении, чтобы общее количество



Фиг. 1. Штмп с гнездами для заливки.

технологически более приемлемым и менее токсичным.

Наполнителями служили: окись цинка, маршалит, мел, диабазовая мука, тальк, свинцовый глет, древесные опилки, асбестовое волокно, графит, железный сурик, гипс и другие, причем брали их в соотношении от 50 до 200 весовых частей на 100 частей смолы. Наиболее подходящими для массового применения в производстве оказались железный сурик и гипс (в соотношении 200 на 100 весовых частей смолы).

В качестве пластификатора использовали дибутилфталат и в некоторых случаях в качестве добавки — тиколовую замазку (для придания большей ударной вязкости при изготовлении штампов наиболее сложных конфигураций).

В результате исследований был установлен следующий оптимальный рецепт (в весовых частях):

ее в сумме с дибутилфталатом составляло 30 на 100 весовых частей смолы.

Примерные показатели механических свойств образцов, изготовленных по указанному рецепту:

Удельная ударная вязкость 3,5—9,0 кгс/см²

Твердость по Бринеллю 9—10 кг/мм²

Смолу разогревают в мешалке до 100—120° С, добавляют в нее наполнитель, и массу тщательно перемешивают. После охлаждения до 60—70° С добавляют пластификатор, а затем, по достижении температуры 45—50° С, вводят отвердитель. Смесь тщательно перемешивают и сразу же (в течение 15—20 мин.) используют для заливки.

Матрицу штампа изготовляют по существующей технологии. Обработанную матрицу готовят к отливке корпуса пуансона из дуралюмина или сплава АЛ-13. Перед заливкой опоки для корпуса пуансона ра-

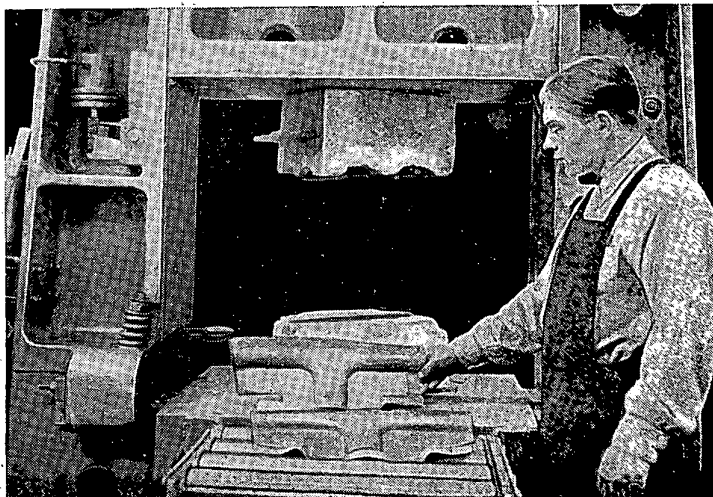
бочую часть матрицы обкладывают формовочной землей так, чтобы выемка в корпусе под облицовку по высоте была не более 15—20 мм. В корпусе пуансона необходимо также предусмотреть литники и выпоры; общее количество их может быть от двух до пяти, в зависимости от габаритных размеров и конфигурации штампуемой детали.

Поверхность матрицы очищают от пыли и грязи и покрывают разделительным составом — раствором полисилоксановой резиновой смеси 14Р-2 или ТГ-18 в бензине (фиг. 1).

Собранный штамп устанавливают с уклоном 2—3° относительно уровня пола и смазывают по контуру раствором гипса с тем, чтобы облицовочная смесь не вытекала в процессе заливки. Смесь заливают через отверстие в нижней части штампа, после чего ему придают горизонтальное положение. Выдержав 15—20 час., штамп раскрывают, осматривают, обрабатывают на толщину штампуемого материала, а затем устанавливают на падающий молот.

По предложенной рецептуре и технологии на заводе было изготовлено несколько десятков штампов. В процессе эксплуатации облицовка из эпоксидной смолы показала высокую стойкость к износу и хорошую штампуемость. С некоторых штампов было снято более чем по 200 деталей, причем состояние штампов оставалось хорошим (фиг. 2).

В связи с тем, что в процессе штамповки могут произойти скалывание, выщербление краев и поверхностный износ облицовки, разработана технология доработки штампов. Поврежденные места пуансона очищают от пыли и грязи, тщательно промывают бензином или толуолом, а затем на них наносят заливочную композицию, и пуансон накрывают матрицей, рабочая поверхность которой подготовлена, как указывалось выше. После обычной выдержки штамп раскрывают, обрабатывают и затем снова



Фиг. 2. Детали, изготовленные на облицованных штампах.

используют для работы. Доработка обеспечивает надежность штамповки в такой же мере, как и вновь изготовленная облицовка, что практически делает штамп неизнашиваемым.

Применение эпоксидных смол для облицовки штампов взамен свинца удешевляет стоимость штампов более чем на 30%. При этом следует учесть, что в настоящее время эпоксидные смолы еще сравнительно дороги и дефицитны. Однако имеются все

предпосылки для быстрого развития их производства отечественной промышленностью; это резко снизит стоимость смол.

Доработка штампов исключает необходимость повторных переделок и связанных с ними вторичных затрат (расход электроэнергии и пр.). Стойкость штампов и качество штамповки значительно повышаются. Технологический процесс становится более простым и безопасным.

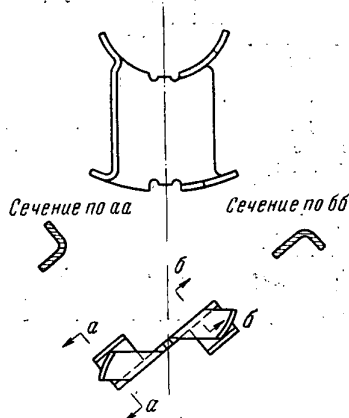
Применение эпоксидных смол в качестве облицовки штампов имеет несомненные преимущества не только перед свинцом, но и перед древесно-клеевой массой (ДКМ) и этилцеллюлозой (ТЛК), так как совершенно не требует капитального оборудования и трудоемкого ухода за штампами.

А. Н. Росс и Д. М. Берславская

Полуавтоматический гибочный штамп

Все операции по гибке лопаток завихрителя (фиг. 1) выполнялись на заводе вручную, с помощью разборного приспособления.

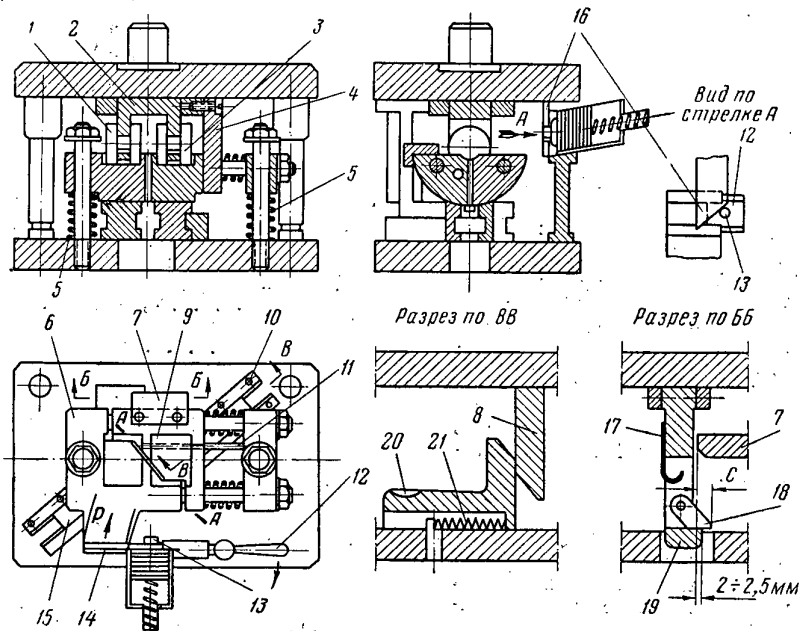
Слесарь-рационализатор Ф. Ф. Цикура разработал и сам изготовил штамп (фиг. 2) полуавтоматического действия, на котором можно вести гибку детали за один ход пресса. Все рабочие движения — передача детали из магазина в подающую рамку, зажим детали в разъеме матриц, гибка усиков, раскрытие матриц и выбрасывание готовой детали на стол пресса происходят автоматически, с помощью системы подающих и зажимающих клиньев и пружин.



Фиг. 1. Лопатка завихрителя.

На фиг. 2 штамп показан при положении ползуна пресса в нижней мертвой точке, т. е. все рабочие элементы штампа находятся в крайнем переднем положении. Когда ползун пресса находится в верхней мертвой точке, матрицы 6 и 9 удерживаются в верхнем положении двумя пружинами 5. Планка 7, жестко закрепленная с матрицей 9, упирается в торец стойки 19 (фиг. 3), удерживая матрицу в положении, при котором по разъему А—А остается зазор 2—2,5 мм. Прижимы 10 и 15 под действием пружины 21 отведены в крайнее заднее положение.

Пуансоны-ролики 1 и 3 (см. фиг. 2 и 4) под действием собственного веса опускаются вниз по наклонным



Фиг. 2. Полуавтоматический штамп для гибки лопаток завихрителя.

1, 3—пуансоны-ролики; 2, 4, 19—стойки; 5, 21—пружины; 6, 9—матрицы; 7—планка; 8, 16—клинья; 10, 15—прижимы; 11—сбрасыватель; 12—планка-рукоятка; 13—штырь; 14—рамка; 17—пластинчатая пружина; 18—собачка; 20—выемка.

пазам в стойке 2 и удерживаются металлическими лентами.

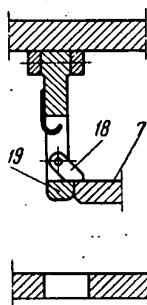
Перед началом работы в магазин закладывают 100—120 заготовок. Во время первого хода пресса клин 16 давит на штырь 13 и перемещает планку-рукоятку 12; при этом заготовка поступает из магазина в рамку 14 подающего механизма. В дальнейшем заготовки попадают в подающий механизм автоматически при каждом ходе пресса. В разъем А—А матрицы 6 и 9 подаются при повороте планки-рукоятки 12 до упора на себя. При этом рамка 14 перемещает деталь в направлении стрелки Р. Дойдя до разъема А—А, деталь проваливается в него и упирается в торец упора. При ходе ползуна пресса вниз стойка 19 своим торцом и горизонтальные пружины подуют деталь влево, прижимая ее к матрице 6.

Пуансоны-ролики 1 и 3 встречаются на своем пути верхние усики детали и отгибают их, сами при этом перемещаясь по наклонным пазам. Такая схема движения применена для того, чтобы ролики входили в соприкосновение с деталью не по ее торцу, а по боковой поверхности.

Положение пуансонов-роликов при нижнем положении ползуна показано на фиг. 4, б. Клинья 8, прикрепленные к верхней плите, передвигают прижимы 10 и 15 навстречу друг другу, и они подгибают нижние усики детали. Вместе с тем матрицы преодолевают сопротивление пружины 5 и перемещаются по направляющим колонкам, прижимая нижние усики детали к радиусным выемкам 20.

Окончательно деталь формируется при достижении ползуном пресса

нижнего положения. Для того чтобы во время гибки детали матрица не раскрылась вследствие недостаточной жесткости горизонтальных пружин, имеется специальная запирающая



Фиг. 3. Взаимоположение стойки, планки и собачки при верхнем положении ползуна.

7, 18, 19—то же, что и на фиг. 2.

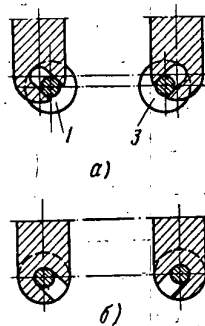
стойка 4, фиксирующая матрицу 9 в крайнем положении во время гибки. При движении ползуна прессы вверх матрицы 6 и 9 под действием пружин 5 поднимаются вверх до упора в буртики гаек, а пружины 10 и 15 пружинами 21 возвращаются в исходное положение.

Чтобы деталь с уже загнутыми уголками можно было вынуть из разъема А—А, матрицу 9 необходимо отвести вправо на 8—10 мм. Осуществляется это при помощи собачки 18, которая при ходе вверх своим ско-

сом действует на планку 7 и перемещает матрицу 9. Величина хода матрицы определяется размером С (см. фиг. 2, разрез по ББ).

После гибки при движении матрицы 9 вправо деталь наталкивается на сбрасыватель 11 и через отверстие в нижней плите штампа падает на стол прессы.

Пройдя собачку 18, планка 7 освобождается и матрица 9 под действием



Фиг. 4. Пуансоны-ролики.

а—при верхнем положении ползуна; б—при нижнем положении. 1, 3—то же, что и на фиг. 2.

горизонтальных пружин начинает двигаться влево до тех пор, пока планка 7 не упрется в торец стойки 19. К этому времени ползуны прес-

са достигает верхнего положения и останавливается. Собачка 18 может поворачиваться вокруг оси, благодаря чему при ходе ползуна прессы вниз она поворачивается и утапливается в паз стойки. Отбрасывает собачку в рабочее положение пластинчатая пружина 17.

На фигурах не показаны дополнительные устройства, которыми снабжен штамп. Если штамп вместо одного холостого хода сделает два, в рамку 14 будут поданы две заготовки. Для их удаления под рамкой есть планка, при отбрасывании которой детали выпадают.

Подающий механизм возвращается в исходное положение пружиной. Имеется также устройство, предотвращающее перекося и заклинивание заготовки в рамке подающего механизма.

Штамп успешно используется в серийном производстве. Несмотря на сложность конструкции, он действует достаточно надежно и обеспечивает высокую производительность.

В результате замены ручной гибки штамповкой трудоемкость изготовления изделия снижена на 1 час 20 мин и полностью высвобождены двое рабочих. Значительно повысилась и качество. Стабильность размеров обеспечивает процесс сборки деталей в узлы.

В настоящее время Ф. Ф. Цикура работает над модернизацией штампа, добиваясь автоматизации подачи заготовки в разъем матриц.

Б. И. Шабдаш

Пневматическая скоба

Для контроля наружных диаметров мелких деталей в сборочном цехе внедрена пневматическая скоба контактного действия с ротаметром (см. фигуру).

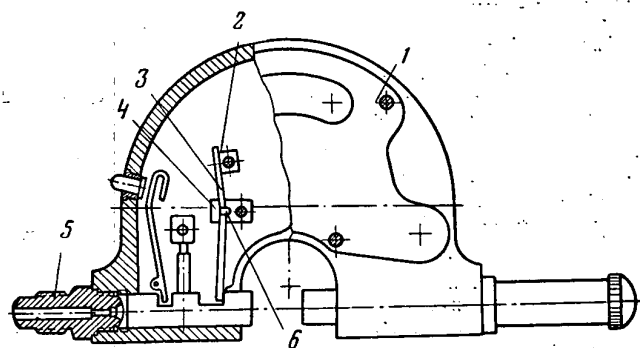
Она создана на базе стандартной рычажной скобы (пассаметра) производства Ленинградского инструментального завода с конструктивной доработкой некоторых узлов. Так, снята указательная часть рычажной скобы, вместо колпачка поставлен штуцер с измерительным соплом. Доработкой торца подвижной пятки обеспечена его параллельность торцу измерительного сопла.

Воздух из сети поступает в ротаметр, откуда по шлангу, соединяющему ротаметр с пневмоскобой, в штуцер и выходит через зазор, образуемый торцами подвижной пятки и измерительного сопла.

Принцип работы пневмоскобы основан на изменении расхода воздуха, зависящего от величины зазора между торцами подвижной пятки и измерительного сопла. Перед измерением скобу устанавливают на размеры верхнего и нижнего пределов измерения по блокам плиток. С помощью регулируемой пятки пневмо-

скобы и дроссельного крана ротаметра добиваются того, чтобы верхнее и нижнее положения поплавка были

плиток. Затем участок шкалы между предельными отметками разбивают на равные по величине деления. Ко-



1—пассаметр; 2, 4—державки; 3—пружина; 5—штуцер; 6—штифт.

в пределах шкалы ротаметра. На свободное поле шкалы ротаметра пружинами укрепляют чистую ленту из миллиметровки, на которой отмечают предельные положения поплавка при настройке прибора по блокам

плиток. Затем участок шкалы между предельными отметками разбивают на равные по величине деления. Ко-

личество делений должно соответствовать числу микрон разности блоков плиток.

В отличие от других устройств для пневматического контроля отверстий, при котором с увеличением размера

детали поплавков ротаметра поднимается, а с уменьшением — опускается, при использовании пневмоскобы с увеличением размера детали поплавок опускается, а с уменьшением — поднимается. Это объясняется следующим: при зажиме губками пневмоскобы детали с большими размерами зазор между торцами подвижной пятки и измерительного сопла уменьшается, расход воздуха через зазор также уменьшается и поплавок опускается. При уменьшении размеров детали зазор увеличивается, расход воздуха также увеличивается — поплавок поднимается. Перед началом работы контролер включает воздух из сети, берет в правую руку пневмоскобу, в левую — блок плиток и проверяет правильность настройки прибора. Затем уже он ведет контроль дета-

лей. При установке детали между губками скобы подвижную пятку отводят кнопкой через рычаг; это уменьшает износ измерительных поверхностей и облегчает проверку.

Применение пневмоскобы для контроля деталей имеет ряд преимуществ по сравнению с пассаметрами и др. В связи с большими передаточными отношениями ротаметра цена деления 1 мк при измерениях пневмоскобой достигает 10—20 мм, в то время как на пассаметре цена деления 2 мк = 1 мм, т. е. пневмоскобы масштаб шкалы в 20—40 раз крупнее. Это улучшает качество контроля и уменьшает утомляемость рабочих и контролеров при измерениях больших партий деталей.

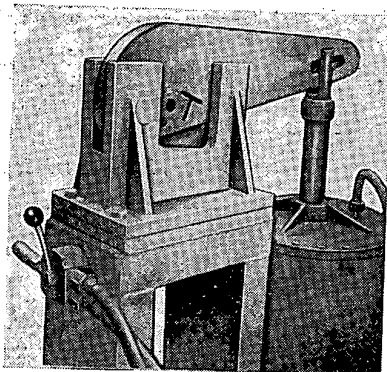
Повышается производительность

труда в полтора-два раза. Большая цена деления позволяет разбивать детали на группы по размерам с интервалами 2—3 мк. Значительная протяженность шкалы позволяет установить указатели пределов для 7—10 групп. Все это при сортировке деталей больших партий на группы значительно повышает производительность труда. Большая цена деления позволяет при необходимости вести измерения с высокой точностью до 0,5—1 мк.

Пневмоскобы рекомендуются применять для контроля наружных диаметров с конусностью и овальностью не менее 2—3 мк и для разбивки на группы, интервалы которых равны не менее 2—3 мк.

В. Г. Дельман

Авторами статьи сконструированы универсальные пневматические ножницы ОП-135 (фиг. 1) для резки различных прутковых и профильных материалов.



Фиг. 1. Пневмоножницы ОП-135 со снятым кожухом.

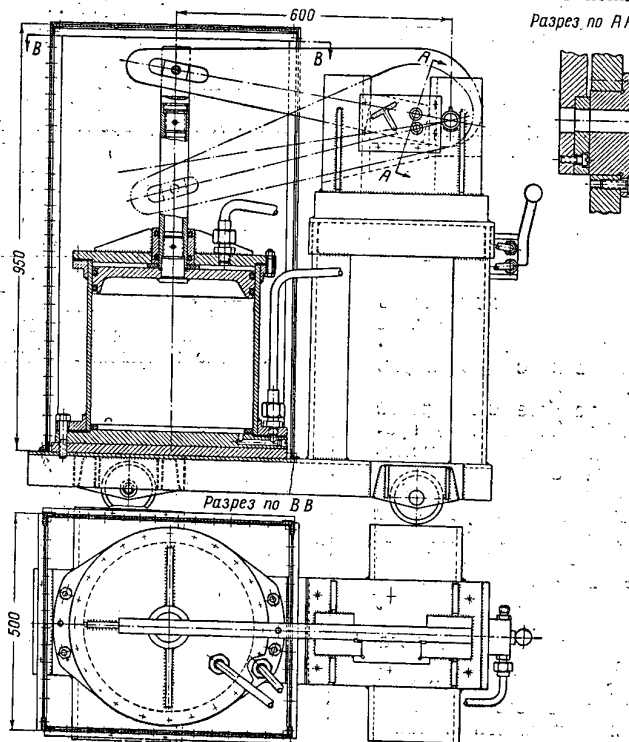
Ножницы (фиг. 2) состоят из пневматического цилиндра, поршня, штока, рычага, несущего на себе нож, и кронштейна со сменными неподвижными ножами. Они размещены на основании, в которое вмонтированы колеса для перемещения ножниц к месту заготовительных операций. Все подвижные части ножниц закрыты кожухом.

В крайнем верхнем положении поршня рабочие отверстия в ножах совмещены. В отверстия в ножах вставляют прутки и выдвигают до нужной длины. При повороте рукоятки трехповоротного крана сжатый воздух из магистрали через штуцер попадает в цилиндр сверху или внизу. Когда воздух поступает сверху, поршень перемещается вниз и увлекает за собой рычаг, который поворачивается вокруг оси, неподвижно запрессованной в кронштейн. Подвижный нож при этом скользит

Пневматические ножницы ОП-135

относительно неподвижного ножа и отрезает заготовку. При повороте рукоятки крана в другую сторону поршень и рычаг возвращаются в исходное положение. При диаметре цилиндра 350 мм и длине рычага

но и уголкового, Т-образного и другого профильного материала. При резке пруткового материала режущими элементами являются втулки из легированной инструментальной стали, запрессованные в ножи. Втулки при



Фиг. 2. Пневмоножницы ОП-135.

50 мм в месте среза развивается сила, достаточная для разрезки вух прутков диаметром 20 мм или голая № 8.

Комплект сменных ножей с различными профильными рабочими отверстиями позволяет применять ножницы для резки не только пруткового,

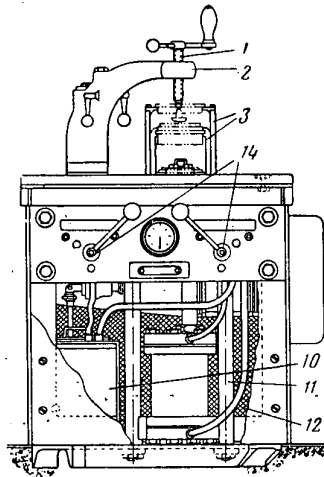
износе режущей кромки можно поворачивать, а при выходе из строя легко изготовить заново.

Внедрение ножниц только в одном механическом цехе дало снижение трудоемкости 72 часа на изделие.

Г. С. Полищук и З. С. Зайцева

Установка для распрессовки прессформ

Созданная на заводе установка (фиг. 1) для распрессовки прессформ является самостоятельным агрегатом, рассчитанным на питание от цеховой электросети переменного тока 380/220 в. Мощность установки



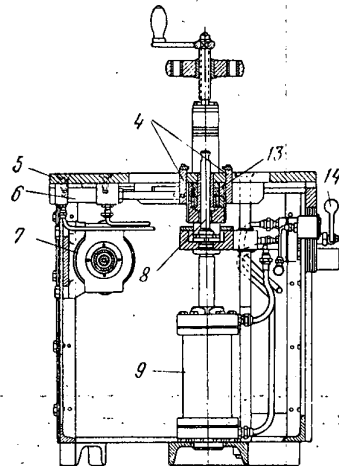
Фиг. 1. Установка для распрессовки прессформ.

1—верхний стержень-выталкиватель; 2—кронштейн; 3—распрессовочные захваты; 4—удерживающие захваты; 5—настольная плита; 6—боковые цилиндры захватов; 7—электродвигатель; 8—нижний стержень-выталкиватель; 9—главный цилиндр; 10—бак с жидкостью; 11—стяжные болты; 12—заградительная сетка; 13—дифференциальный механизм захватов; 14—краны управления цилиндрами.

2,2 квт. Ее закрепляют на полу без специального фундамента на четырех анкерных болтах.

Общая схема установки показана на фиг. 2. Электродвигатель 1 соединен через жесткую муфту с масляным насосом 2, который нагнетает из

цилиндров, приводящих в движение подвижные и неподвижные захваты. Горизонтальным движением захватов управляют трехходовым краном 6, а вертикальным (собственно распрессовкой) — трехходовым краном 7.



Фиг. 2. Схема установки.

1—электродвигатель; 2—насос; 3—гидравлический редуктор; 4—бак с жидкостью; 5—фильтр; 6—трехходовой кран управления горизонтальным движением захватов; 7—трехходовой кран управления вертикальным движением захватов; 8—боковой цилиндр; 9—главный силовой цилиндр.

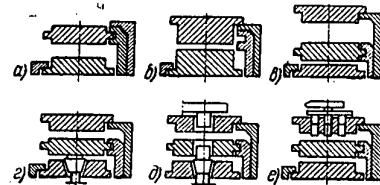
бака 4 через фильтр 5 жидкость и подает ее в гидравлический редуктор 3. Редуктор поддерживает в системе насос — главный силовой цилиндр постоянное давление 25 кг/см², направляя излишек жидкости обратно в бак 4. Одновременно в редукторе два игольчатых клапана, установленные в определенном положении, reduцируют давление до 6 кг/см² для питания боковых ци-

ляет зажимать прямоугольные прессформы.

Благодаря наличию так называемого планетарного механизма захваты движутся к центру и от центра, строго сохраняя взаимную центричность. В центре установки по оси главного силового цилиндра имеется съемный стержень для выталкивания центрального знака из неподвижной (нижней) части прессформы. Вверху

находится хоботообразный откидной упор, фиксирующийся при соосности общего центра системы. Он позволяет выжимать знаки из верхней части прессформы.

На установке можно вести распрессовку по шести различным схемам (фиг. 3). Кроме этого, можно распрессовывать прессформы с несколькими линиями разреза. Это осуществ-



Фиг. 3. Схемы распрессовки прессформ.

С одним разрезом: а—низкая, б—высокая.

С двумя разрезами: в—без знаков, г—со знаком в нижней части, д—со знаками в верхней и нижней частях, е—с несколькими знаками в верхней части.

ляется пооперационно в различных комбинациях.

Установка компактна, универсальна и проста в эксплуатации.

В. А. Дьяконов
и А. Н. Ерусланов

Заделка тросов с применением трубок

На заводе применена заделка тросов с помощью трубок, при которой устраняются недостатки ручной заплетки.

На конец троса, согнутого в форме петли, надевают впритык к коушу трубку овального сечения. Один конец трубки с заправленными в нее концами троса зажимают в тисках, другой — в воротке с профилированными губками (фиг. 1). Вращая вороток, трубку скручивают на полтора оборота (фиг. 2).

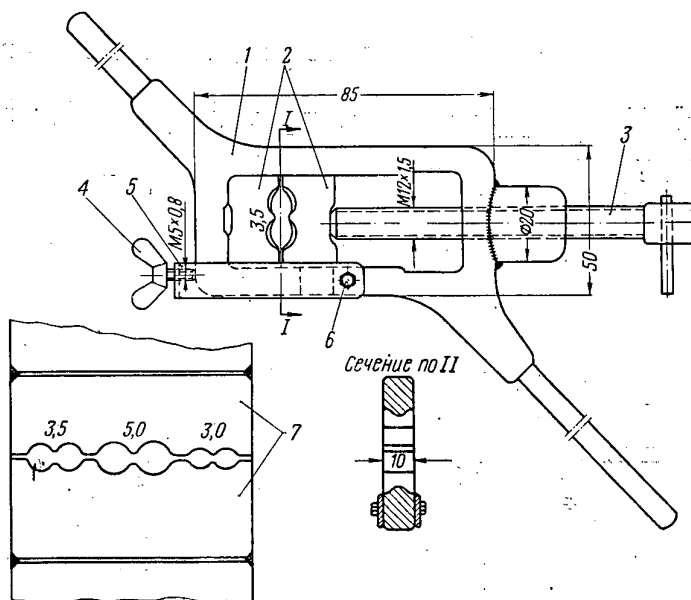
Испытания тросов различных диаметров, заделанных с применением трубок, дали хорошие результаты (табл. 1).

Заделка по новому способу выполняется согласно данным, приведенным в табл. 2 и 3.

После сплющивания трубку отжигают при 700° С, цинкуют и фосатируют.

Таблица 1
Сравнительные данные прочности заделки тросов различными способами

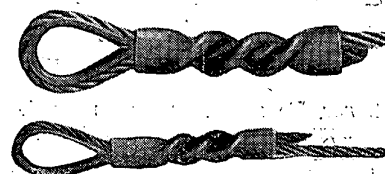
Условный диаметр троса в мм	Разрушающие усилия для тросов, заплетенных по нормам ЗИСТ-52, в кг	Разрушающие усилия для тросов, заделанных с трубками, в кг (средние данные)
2,0	320	341
2,5	390	434
3,0	550	679
3,5	760	899
4,0	940	1273
4,5	1300	1609
5,0	1520	1940



Фиг. 1. Приспособление для заделки тросов с помощью трубок.
1—корпус воротка; 2—губки; 3—зажимной винт; 4—барашковый винт; 5—накладная скоба; 6—болт-ось; 7—специальные губки на пневмотрубках.

Таблица 2
Основные размеры места заделки для тросов разных диаметров

Условный диаметр троса $d_{тр}$ мм		2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0
	l_1	39	43	50	55	65	74
	l_2	6	6	10	12	12	14
	l_3	3	3	4	4	5	5
Разрушающее усилие $P_{разр}$		320	390	550	760	940	1520



Фиг. 2. Тросы, заделанные «на петлю» с применением трубок.

Таблица 3
Размеры трубок из стали 20 для заделки тросов разных диаметров

Условный диаметр троса $d_{тр}$ мм	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
	2,2	2,8	3,3	3,8	4,3	4,9	5,4
	0,75	0,75	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	35	40	45	52	58	63	71
Трубка по ГОСТ 301—50	Тр5×0,75— —20	Тр6×0,75— —20	Тр8×1—20	Тр8×1—20	Тр10×1—20	Тр10×1—20	Тр12×1—20

Способ заделки тросов с применением трубок обеспечивает прочность, соответствующую прочности тросов, заплетенных по нормам ЗИСТ-52.

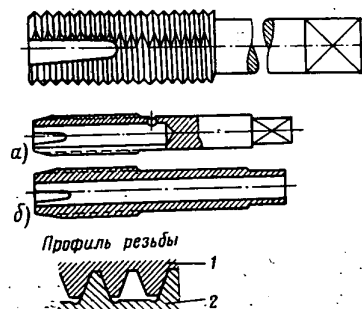
При этом трудоемкость заделки тросов снижается в восемь раз и исключается труд высококвалифицированных рабочих. Кроме того, новый про-

цесс можно легко механизировать.

В. С. Тарновицкий
и З. А. Березин

Бесканавочный метчик

На заводе по предложению т. Бурака внедрен бесканавочный метчик, у которого режущее перо образуется короткой канавкой, расположенной у переднего конца (см. фигуру). Дли-



на канавки равна удвоенной длине заборной части. Благодаря углу наклона канавки (6—7°) по отношению

к оси стружка направляется через отверстие внутрь метчика.

В обычных бесканавочных метчиках для уменьшения трения о стенки нарезаемого отверстия имеется обратный конус. Это сокращает срок службы метчика, так как ограничивает число переточек.

С целью уменьшения трения и повышения долговечности т. Бурак предложил метчик с зубьями через шаг.

У такого метчика почти исключена возможность срыва резьбы, так как нитка резьбы не может заземляться между сторонами профиля метчика. Нитку можно срезать на токарно-заточном или токарном станках. Число коротких канавок обязательно должно быть нечетным.

Преимуществом такого метчика является высокая чистота нарезаемой резьбы, особенно на вязких и мягких материалах (сталь, цветные и легкие металлы). Кроме этого, он обеспечивает хороший отвод стружки. Основными недостатками бесканавочных метчиков — непригодность для нарезания глухих отверстий и сложность изготовления.

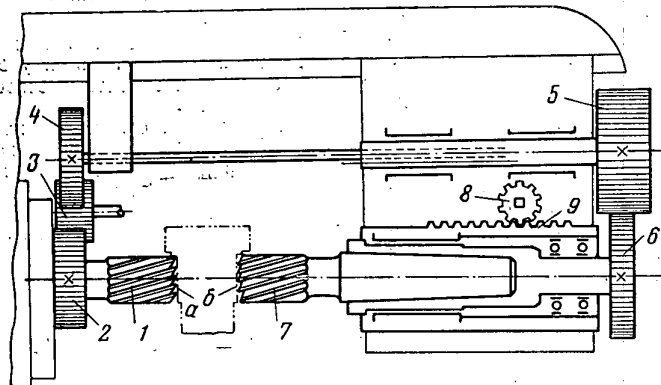
Г. И. Эйзер
и Л. В. Томашпольский

Дополнительный шпиндель к горизонтально-фрезерному станку

Для обработки деталей одновременно с двух сторон потребовались двухшпиндельные горизонтально-фрезерные станки. Учитывая дефицитность таких станков, автор статьи,

и 5, 6, смонтированные на подвеске и хоботе.

При отсутствии фрез, рассчитанных на вращение в левую сторону, можно изменить направление вращения



1—фреза, установленная на основном шпинделе; 2—6—колеса передачи вращения на дополнительный шпиндель; 7—фреза, установленная на дополнительном шпинделе; 8—зубчатое колесо продольного перемещения дополнительного шпинделя; 9—рейка.

мастер П. И. Чистяков и бригадир С. И. Еремеев модернизировали одношпиндельный станок ГЗФС мод. 680М, установив на его хобот подвеску с дополнительным шпинделем (см. фигуру). Движение на этот шпиндель передается через зубчатые колеса 2, 4

дополнительного шпинделя, поставив паразитное зубчатое колесо 3. При этом нужно учитывать, что плоскость а обрабатывается со встречной подачей, а плоскость б — с попутной, вследствие чего чистота их обработки неодинакова.

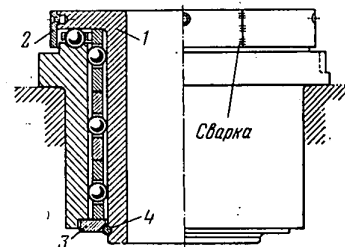
Фрезу 7 устанавливают на нужный размер с помощью зубчатого колеса 8 и рейки 9, причем колесо 6 остается в зацеплении с колесом 5, зубья которого имеют большую длину. Это позволяет переставлять дополнительный шпиндель. Кроме этого, для предварительной настройки по весу можно перемещать по хоботу станка.

В. А. Белозеров

Усовершенствованная кондукторная втулка

На заводе применяются вращающиеся кондукторные втулки по РТМ 794. В эксплуатации выявлены конструктивные недоработки, вызывающие преждевременный износ этих втулок.

Автор заметки предложил иное конструктивное выполнение деталей вращающихся втулок (см. фигуру). Пружинное кольцо прямоугольного профиля заменено кольцом 4 из проволоки ОВС. Во втулке 1 вместо



1—втулка; 2—кольцо; 3—шайба; 4—кольцо из проволоки ОВС.

прямоугольной канавки под пружинное кольцо сделано радиусное углубление. Снять допуск на диаметр. Этим устранено выкрашивание буртика канавки и упрощено изготовление детали. В кольцо 2 снят допуск на внутренний диаметр и сталь 6 заменена листовой сталью 20 с тем, чтобы кольцо изготавливать сварным из листа вместо вытачивания из прутка. Шайба 3 увеличена по толщине; по ее внутреннему диаметру введена фаска 1,5×45°. Снята термообработка, чем устранен изгиб шайбы.

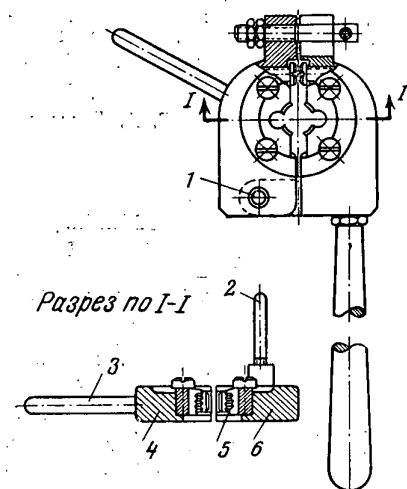
Проведение этих изменений обеспечивает долговечность и надежность эксплуатации, снижение трудоемкости и металлоемкости изготовления вращающихся кондукторных втулок.

А. М. Нестеренко

Разъемная круглая плашка

Рационализаторы тт. Самойленко и Шведаков предложили на деталях жатки Ж653 и Ж654 нарезать резьбу разъемной круглой плашкой (леркой, см. фигуру).

Такая плашка обеспечивает нарезание резьбы без обратного хода инструмента. Ее снимают с готовой детали, открывая защелку 2, и регулируют на размер при помощи гайки и контргайки.



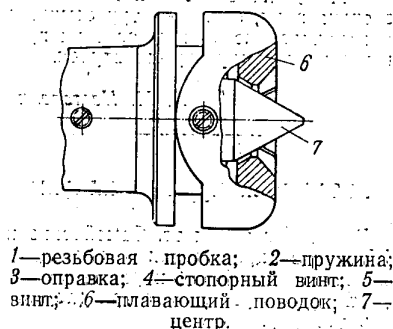
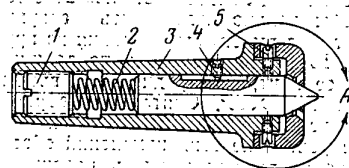
1—ось; 2—защелка; 3—упор; 4—подвижная щека; 5—плашка; 6—неподвижная щека.

Применение разъемной плашки снизило трудоемкость изготовления детали Ж653 на 1,4 мин., а Ж654—на 2,6 мин. Кроме того, это предложение позволило использовать потерявшие размер плашки.

В. С. Романов

Плавающий поводковый центр

По предложению технолога Долголева в механическом цехе завода изготовлен и внедрен в производство чашечный рифленный поводок с плавающим центром, обеспечивающий обработку деталей без поводкового хомута (см. фигуру).



1—резьбовая пробка; 2—пружина; 3—оправка; 4—стопорный винт; 5—винт; 6—плавающий поводок; 7—центр.

В отверстии оправки 3 расположен точно подогнанный центр 7. На правом конце оправки с помощью двух винтов 5 прикреплен плавающий поводок 6, снабженный зубьями, находящимися на поверхности внутреннего конуса. Поводок установлен с зазором, что позволяет ему перемещаться в радиальном направлении и тем самым компенсировать эксцентricность, которая может образоваться при центровке валиков. Усилии поджима центра 7 регулируют резьбовой пробкой 1.

В процессе работы детали крепятся при помощи зубчатой поверхности плавающего поводка, который соединяется с наружной торцевой кромкой обрабатываемой детали, а центр 7 служит только для центровки детали по оси.

Плавающий поводковый центр прост в изготовлении, удобен в работе; его применение значительно сокращает вспомогательное время на установку деталей.

В. С. Романов

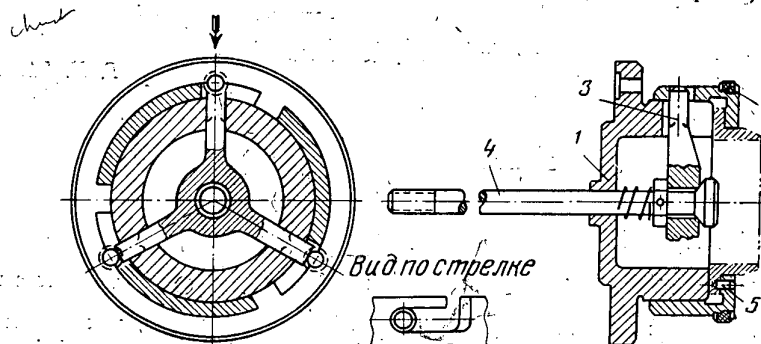
Токарное приспособление с быстросъемной центрирующей втулкой

При проточке фаски у детали, изготовленной на фигуре, необходимо выдерживать концентричность фаски к наружному диаметру в пределах 0,03 мм.

При базировании детали по внутреннему диаметру на разжимной оправке это условие не обеспечива-

ется, а при обработке детали в трех-

координатах патроне деталь деформировалась. С целью устранения брака было разработано приспособление с центрированием детали по наружному диаметру. Приспособление состоит из корпуса 1, центрирующей втулки 2, крестовины 3 и тяги 4, соединенной с пнев-



1—корпус; 2—центрирующая втулка; 3—крестовина; 4—тяга.

мощного цилиндра на шпинделе станка. Центрирующую втулку вместе со вставленной в нее деталью надевают на цилиндрическую часть корпуса, имеющую точный посадочный диаметр, и поворачивают ее на 30°.

Пальцы крестовины входят в прорезы во втулке (вид по стрелке) и после

впуска воздуха в пневмоцилиндр надежно прижимают втулку 2 вместе с деталью к опорной плоскости приспособления.

Применение описанного приспособления позволило полностью устранить брак и значительно повысить производительность труда на данной операции.

Н. А. Оленин

Приспособление для нарезания зубьев борнапильников

Обычно зубья борнапильников фрезеруют на универсально-фрезерных станках типа 6Н-82 с применением делительной головки или копирных приспособлений.

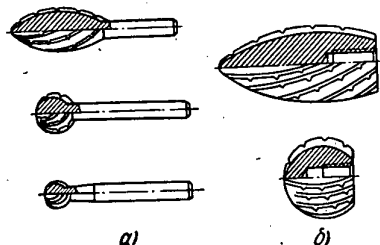
На заводе по предложению конструктора Маркелова и автора статьи зубья борнапильников (фиг. 1) обрабатывают на токарном станке с помощью приспособления с автоматическим делителем (фиг. 2).

Применение приспособления позволило более чем в два раза поднять

производительность нарезания зубьев и значительно улучшить чистоту поверхности.

Приспособление монтируют на оправке с конусом Морзе № 5 по шпинделю станка мод. 1Д62А, на которую насажен диск 2, закрепленный торцевой шпонкой и гайкой. На шейке оправки 1 свободно вращается с посадкой H_7 центральное зубчатое колесо 4, к торцу которого с помощью двух штифтов прикреплен поводок 3, зажатый между буртом

оправки 1 и колесом 4. При работе поводок 3 упирается в упор, ввинченный в корпус передней бабки станка (на станке ДИП-200 мод. 1Д62А упор ввинчивают на место одного из винтов, крепящих кольцо), и, таким

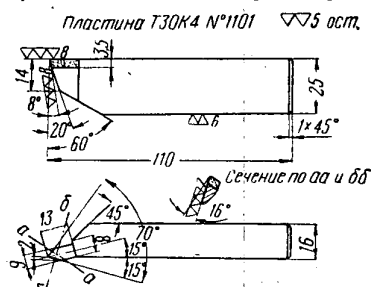


Фиг. 1. Борнапильники.

а—с хвостовиком (диаметром 4—15 мм); б—насадные (диаметром 20—40 мм).

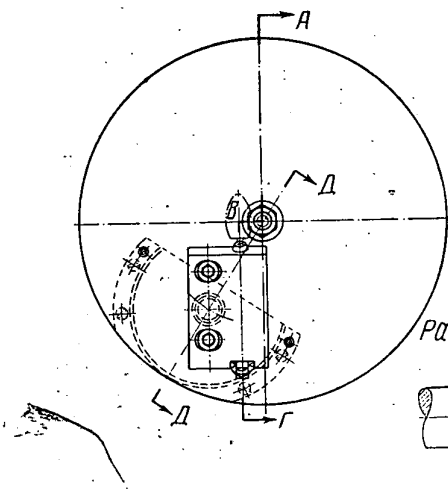
образом, зубчатое колесо 4 не вращается, а в нем вращается оправка 1 с диском 2. К диску 2 двумя болтами прикреплен корпус 10, который может поворачиваться в вертикальной плоскости вокруг бронзовой втулки 13, запрессованной в диск 2-й служащей подшипником для червяка 12. На хвостовике червяка 12 на шпонке по-

резьба 6X1 служит для затягивания цапги, а левая резьба 10X1 — для регулирования червячного колеса гильзы 6 по высоте для совмещения радиуса кривизны детали с центром вращения оправки. Винт 7 вращается в гайке 9. Его продольное перемещение с одной стороны ограничено буртом, с другой стороны на его хвостовик насажена гайка, с помощью которой затягивают цапту. Червячное колесо-гильзу 6 переме-



**Фиг. 3. Резец для обработки борна-
пильников.**

щают в корпусе 10, вращая гайку 9. В нужном положении гайку 9 стопорят винтом 8. Настройка приспособления сводится к установке положе-



Фиг. 2. Приспособление для нарезания зубьев борнапильников.

1—оправка; 2—диск; 3—поводок; 4—центральное зубчатое колесо; 5—цанга; 6—червячное зубчатое колесо-гильза; 7—винт с двумя резьбами; 8—стопорный винт; 9—гайка; 10—корпус; 11—крышка; 12—червяк; 13—бронзовая втулка; 14—зубчатое колесо.

сажено зубчатое колесо 14, сцепленное с центральным зубчатым колесом 4. Колесо 14 закрыто крышкой 11, которая служит одновременно упором и подшипником для червяка 12. В корпусе 10 с червяком 12 зацеплено червячное колесо 6, которое одновременно является гильзой для палки 5. В канту хвостовиком вставляют обрабатываемый борнапильник. Вит 7 имеет две резьбы:

ния корпуса 10 и колеса-гильзы 6 по высоте до совмещения радиуса образующей нарезаемого зуба с центром вращения оправки.

По аналогичной схеме построены приспособления для нарезания зубьев на сферической поверхности шариковых борнапильников диаметром 4; 6; 8; 10; 12; 15 мм и более. Для насадных борнапильников червячное колесо-тильза 6 сверху имеет наруж-

ную резьбу, на которую навинчивают обрабатываемую деталь. Винт 8 в этом случае не имеет резьбы 6×1

Зубья нарезают резцом, —оснащенным пластиной из твердого сплава Т30К4 (фиг. 3). Во время нарезания зуба резец подается на глубину поперечным суппортом по нониусу и одновременно верхним поворотным суппортом для зачистки передней грани. При этом подача вдоль оси шпинделя поворотным суппортом ведется по нониусу до положения, когда резец проходит точно через центр вращающейся заготовки. Обычно применяют скорость вращения шпинделя 600 об/мин, что обеспечивает высокую чистоту поверхности зуба в пределах $\nabla\nabla\nabla 7-8$ при удовлетворительной стойкости резца.

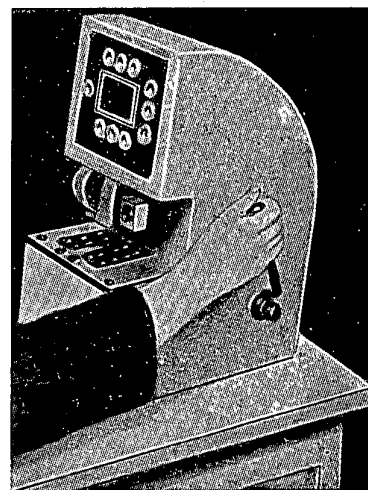
А. М. Мокин

Электроконтактный контрольный прибор

На заводе изготовлен прибор (фиг. 1) для одновременного контроля трех параметров втулки: высоты, внутреннего и наружного диаметров (соответственно равных 26; 22 и 11 мм). Он сортирует детали на три группы: годные, брак исправимый и брак окончательный.

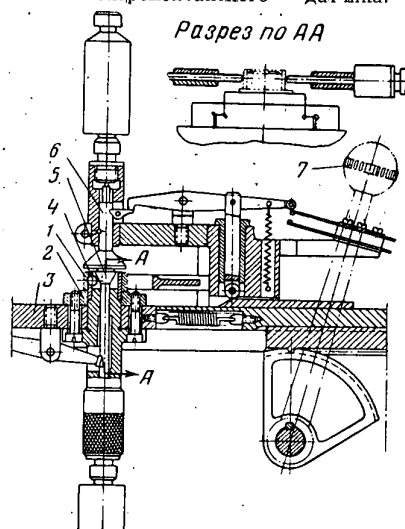
Прибор имеет три электроконтактных датчика и обеспечивает стабильность показаний 2 мк; производительность его 500—600 втулок в час.

Деталь 1 (фиг. 2) устанавливают на оправку 2, и ползуном 3 подводят на измерительную позицию. Наружный диаметр (разрез по AA) измеряют при помощи плавающей скобы с электроконтактным датчиком; внутренний диаметр — с помощью шариком 4 и подвижного конуса 5, который раздвигает шарики до соприкос-



Фиг. 1. Электроконтактный прибор для контроля втулки.

новения их со стенкой детали. Перемещение подвижного конуса передает стержню электроконтактного датчика. Длина измеряется специальным штоком 6, связанным со стержнем электроконтактного датчика.



Фиг. 2. Схема прибора.

1—измеряемая деталь; 2—оправка; 3—ползун; 4—измерительные шарики; 5—подвижной конус; 6—шток; 7—ручка.

Ручкой 7 все измерительные штоки вводятся в контакт с деталью, и светофорное табло фиксирует результаты измерения. Прибор повышает производительность в 8—10 раз.

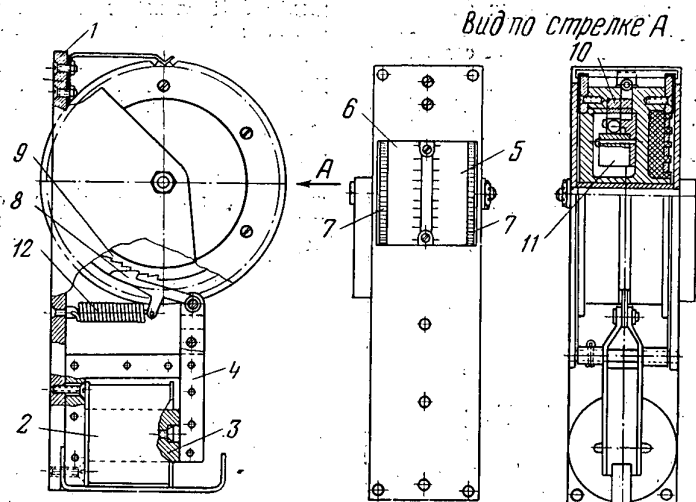
По материалам завода

Электромагнитный счетчик ходов

Прибор предназначен для отсчета количества включений или ходов какого-либо механизма. Он автоматически останавливает механизм после совершения заранее заданного числа ходов.

Счетчик (см. фигуру) состоит из корпуса 1, катушки электромагнита 2, сердечника электромагнита 3, якоря 4, диска 5 с делениями, отсчитывающего количество включений, диска 6 с делениями, задающего количество включений, фиксирующих храповых колец 7, собачки 8, зубчатого колеса 9, отключающего кулачка 10, концевого выключателя 11 и возвратной пружины 12.

Прибор работает следующим образом: при прохождении тока в катушке возбуждения 2 возникает магнитное поле, которое притягивает якорь 4, соединенный с собачкой 8, и поворачивает зубчатое колесо 9, закрепленное на диске 5. В результате этого диск 5 поворачивается на одно деление. При прекращении подачи



1—корпус; 2—катушка электромагнита; 3—сердечник; 4—якорь; 5—диск отсчета количества включений; 6—диск для задания количества включений; 7—храповые кольца; 8—собачка; 9—зубчатое колесо; 10—отключающий кулачок; 11—концевой выключатель; 12—возвратная пружина.

тока в катушку пружина 12 возвращает якорь в исходное положение.

На диске 6 установлен отключающий кулачок 10, который, нажимая на выключатель, останавливает механизм при определенном положении обоих дисков. При помощи диска 6 можно установить требуемое количество ходов или включений, пользуясь делениями, нанесенными на диск. После соответствующего количества включений якоря концевого выключателя подходит к отключающему кулачку, нажимает на выключатель, разрывая цепь магнитного

включателя и электродвигатель останавливается.

В счетчике есть контакт для подачи тока на какой-либо сигнальный прибор, т. е. при выключении электродвигателя одновременно дается сигнал о прекращении работы механизма.

После установки прибора на стенде обкатки винтовых подъемников отпала необходимость находиться рабочему у станка и считать рабочие ходы механизма.

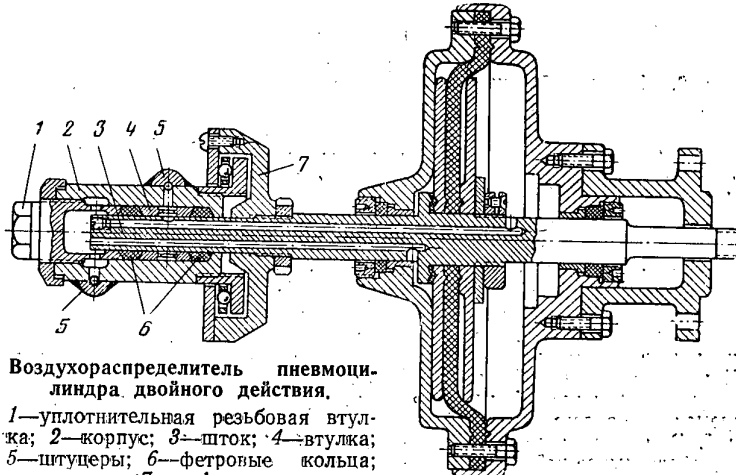
В. И. Семенов

Улучшение конструкции воздухораспределителя пневмоцилиндра

Нормальная работа пневматических зажимных приспособлений токарных и шлифовальных станков в большой степени зависит от устройства воздухораспределителя.

Воздухораспределитель улучшенной на заводе конструкции (см. фигуру)

обеспечивает нормальную работу пневмоцилиндра на больших скоростях. Он состоит из стального корпуса 2 с двумя приваренными штуцерами 5 для подвода воздуха, соединительной муфты 7 с упорным шарикоподшипником и уплотняющего



Воздухораспределитель пневмоцилиндра двойного действия.

1—уплотнительная резьбовая втулка; 2—корпус; 3—шток; 4—втулка; 5—штуцеры; 6—фетровые кольца; 7—муфта.

устройства. Муфта 7 соединена резбой со штоком 3 и в процессе работы вращается вместе с пневмоцилиндром.

Осевые усилия воспринимает упорный шарикоподшипник, который служит для уменьшения трения между неподвижным корпусом 2 и вращающейся муфтой 7. На вращающийся шток 3 надеты два фетровых уплотнительных кольца 6 трапециoidalного сечения, поджатые втулкой 1. Между кольцами находится втулка 4 с наружной и внутренней канавками и четырьмя радиальными отверстиями для прохода сжатого воздуха в камеру пневмоцилиндра.

В. А. Абушек

Кассета к осциллографу МПО-2 для фотобумаги шириной 120 мм

Осциллографирование параметров при испытании турбореактивных двигателей нашло широкое применение в промышленности. Однако используемый для этого узкоплоскостный переносный осциллограф МПО-2 имеет существенный недостаток. На пленке шириной 24 мм регистрируются одновременно восемь параметров. Осциллограммы приходится увеличивать и перепечатывать на бумагу. Портатив-

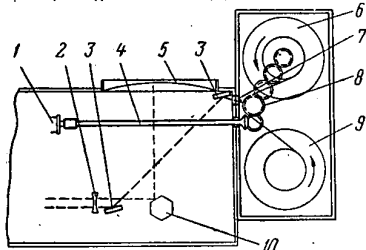


Схема кассеты.

1—муфта; 2—линза; 3—оптические зеркала; 4—стержень; 5—экран; 6—зарядный барабан; 7—щель; 8—игольчатый валик; 9—приемный барабан; 10—зеркальный барабан.

ных переносных осциллографов с широкой пленкой или бумагой наша промышленность не выпускает.

Т. А. Черных и автор статьи разработали приставную кассету к осциллографу МПО-2 для работы с пленкой или фотобумагой шириной 120 мм; в связи с этим дополнена оптическая система осциллографа. При осциллографировании целесообразно иметь запас пленки или бумаги, поэтому приставная кассета сделана рулонного типа с приемным съемным барабаном (типа кассеты осциллографа ХТЗ-6 и др.), что позволяет по мере надобности проявлять снятые осциллограммы, не снимая кассеты.

Кассета (см. фигуру) состоит из зарядного барабана 6, вмещающего рулон фотобумаги 120 мм×25 м; приемного барабана 9 с принудительной намоткой бумаги, вмещающего весь рулон; игольчатого валика 8, передвигающего бумагу (неперфорированную). На одной стороне валика установлено приводное зубчатое колесо, а на другой — фрикционная муфта с зубчатой передаточной для принудительной намотки бумаги в приемной кассете; кассета имеет привод через промежуточный стержень и муфту 1 от электродвигателя осциллографа. Пленка передвигается при нажатии на кнопку «съемка». Кассета крепится на боковой стенке осциллографа, в которой сделана щель 7.

Оптическая система осциллографа дополнена двумя оптическими зеркалами 3. Одно зеркало помещено около линзы зеркального барабана развертки; оно отсекает часть лучей шлейфов и посылает на второе зеркало, установленное в верхнем правом углу осциллографа и направляющие лучи через щель на фотобумагу.

Необходимая чувствительность бумаги определяется скоростью ее движения. При лампе осветителя мощностью 7,5 вт. напряжении 6 в и скорости движения бумаги 1—50 мм/сек чувствительность бумаги должна быть 200—400°, а при скорости движения 50—250 мм/сек — 400—900°.

Г. М. Мартынов

Ускоренное производство высокопрочных чугунов

На Киевском механическом заводе освоено массовое производство магниевого чугуна с шаровидным графитом перлитного и ферритного классов. Освоение антифрикционного чугуна ВЧ50-1,5 дало возможность заменить дорогостоящую бронзу. Ферритный чугун ВЧ40-10, обладающий высокими механическими свойствами (предел прочности 40—60 кг/мм² и относительное удлинение 10—12%), обеспечил замену ковкого чугуна и конструкционных сталей в сельскохозяйственных деталях. Организация производства этих чугунов не вызвала дорогостоящего переоборудования вагранки и завода специальных шихтовых материалов.

Для шихты применяются штыковые чугуны ЛК0, ЛК1, ЛК2, отходы собственного производства, привозной чугунный лом (кроме печного, тормозных колодок, радиаторов), стали 3 и 5 (для толстолистового литья).

Примерный состав шихты для чугуна ферритного класса (толщина стенок детали 10—12 мм):

Чугун ЛК2	50%
Литники и отходы высокопрочного чугуна	15%
Литники и отходы чугуна СЧ18-36	15%
Лом	20%
45%-ный ферросилиций	1%

Химический состав отливки: 3% С; 2,5% Si; 0,73% Mn; 0,02% S; 0,14% P; 0,032% Mg.

Примерный состав шихты для чугуна перлитного класса (толщина стенок детали свыше 50 мм):

Чугун ЛК2	40%
Отходы высокопрочного чугуна	25%
Лом	15%
Сталь рельсовая	20%
45%-ный ферросилиций	1%
57%-ный ферромарганец	1%

Химический состав отливки: 3,1% С; 2,2% Si; 0,9% Mn; 0,02% S; 0,14% P; 0,034% Mg.

С целью получения чугуна с температурой плавления 1410—1450°С в ковшовых подведен кислород, для чего на шихтовой площадке установлена рама для четырех кислородных баллонов. Давление кислорода 1—3 атм.

Поворотный ковш (фиг. 1) позволяет модифицировать чугун металлическим магнием и отказаться от применения литейной. Ковш изготовлен по типу конвертора и имеет футеровку толщиной 75 мм из шамотного кирпича. К его нижней части крепится съемная камера для модификатора, соединенная с основным ковшом щелью размерами 145×50 мм.

Для футеровки камеры применяется стержень, изготовленный из смеси песка с 3%-ным жидким стеклом. Второй стержень с отверстием, соответствующим размеру щели, укладывают в специальное гнездо ковша.

Перед плавкой ковш устанавливают в горизонтальное положение, прогревают газовой горелкой докрасна и затем закрепляют камеру на ковше.

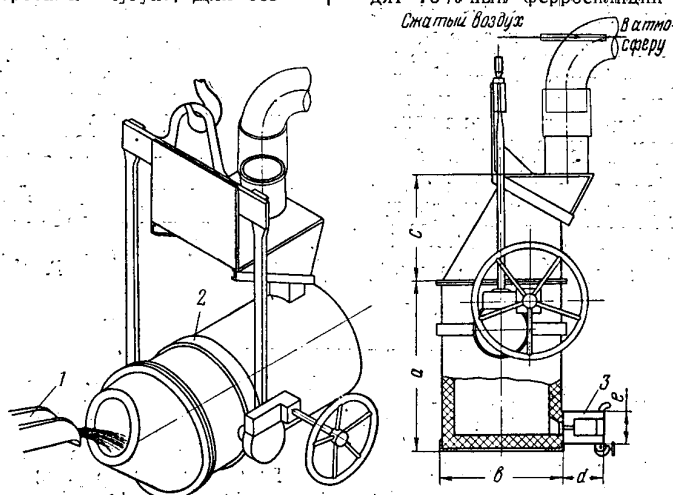
Отверстие стержня, образующего щель в ковше, перекрывают сплошной железной пластиной толщиной 0,5—0,6 мм и сверху накладывают асбестовую прокладку с вырезом по размеру щели. Камеру с модификатором крепят к ковшу замками, и места соединения обмазывают огнеупорной глиной.

В камеру укладывают слоями металлический магниевый дробленый (куски размером 40—50 мм) и ферросилиций (куски размером 5—10 мм). Наружное отверстие камеры перекрывают асбестовой прокладкой толщиной 3—5 мм, закрывают крышкой, крепят откидными упорами и обмазывают огнеупорной глиной.

Подготовленный ковш подают под желоб вагранки и заполняют металлом на 2/3 объема, что составляет 500 кг чугуна. После поворота ковша

в вертикальное положение жидкий чугун расплавляет железную пластинку и заполняет камеру с модификатором. Процесс модифицирования сопровождается пиррофорным эффектом и выбросами чугуна. Для без-

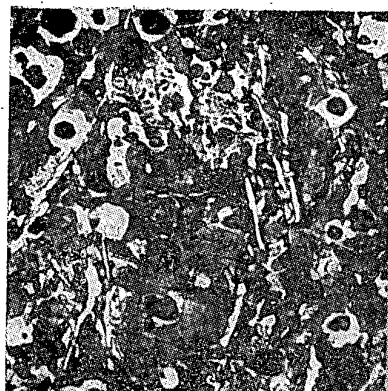
Магний дается в количестве 0,5—0,7% от веса металла. Для компенсации магния, выгорающего при продувке чугуна кислородом, и для предотвращения отбели в чугун вводят 75%-ный ферросилиций в коли-



Фиг. 1. Ковш-конвертор для модификации чугуна магнием. Слева — наполнение ковша металлом, справа — процесс модификации. 1 — желоб вагранки; 2 — ковш-конвертор; 3 — съемная камера с модификатором.

Емкость ковша в кг	Основные размеры ковша			Основные размеры камеры	
	a	b (диаметр)	c	d	l
500	900	610	500	230	170
1000	1100	650	550	250	200
1500	1300	700	570	300	230
2000	1500	750	600	320	270

опасности ковш закрывают специальной крышкой, соединенной с вытяжной трубой. Продолжительность модифицирования 48—52 сек.



Фиг. 2. Микроструктура чугуна, модифицированного магнием с добавкой 75%-ного ферросилиция (шаровидный графит, ледобурит, перлит; X100).

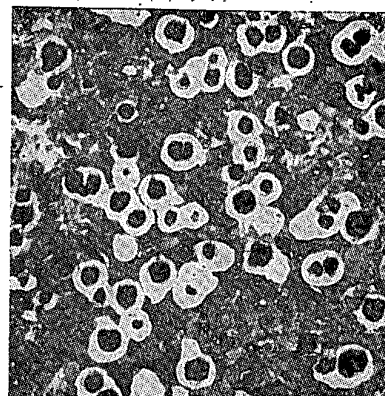
честве 0,7—0,85% от веса металла, при этом часть (0,6%) подают в желоб вагранки на струю металла, а остальной — в камеру для замедления модифицирования. Однако, несмотря на различную дозировку ферросилиция, в структуре отлитых деталей наблюдается ледобурит (фиг. 2). Детали с такой структурой подвергали высокотемпературному отжигу длительностью 24 час.

С целью сокращения времени отжига были проведены эксперименты. Наилучшие стабильные результаты получены при двойном модифицировании, при котором в разливочные ковшки дополнительно вводят дробленый ферросилиций в количестве 0,5—0,7% от веса жидкого металла. Структура жидкого металла при этом резко изменяется и состоит из шаровидного графита, перлита и до 20% феррита (фиг. 3), т. е. полностью соответствует техническим условиям на чугун перлитного класса, для которого не требуется дальнейшая термообработка.

Это существенным образом изменило и режим термообработки чугуна ферритного класса: нагрев отливок до

750°С, выдержка 5 час, охлаждение с печью до 600°С и далее — на воздухе. Цикл термообработки сократился до 8 час.

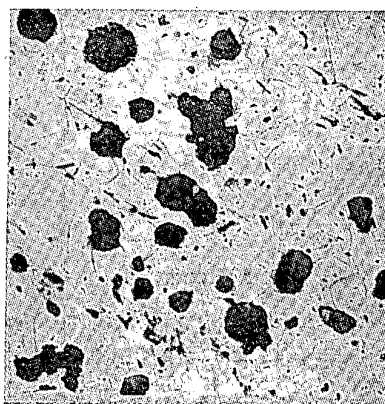
Микроструктура чугуна после отжига — шаровидный графит и феррит (фиг. 4). Применение двойного модифицирования позволило высвободить



Фиг. 3. Микроструктура чугуна после двойного модифицирования (шаровидный графит, перлит, феррит; X100).

печное оборудование и снизило себестоимость продукции.

Из ферритного чугуна отливают сельскохозяйственные детали, изготовлявшиеся ранее из ковкого чугуна: зубчатые колеса и щеки к кожевен-



Фиг. 4. Микроструктура чугуна после двойного модифицирования и отжига (шаровидный графит, феррит; X100).

ным машинам, изготовлявшиеся из стали 45-5512, детали приспособлений и штампов, державки резцов. Из перлитного чугуна отливают втулки и диски антифрикционного назначения.

Освоение производства отливок из высокопрочных чугунов дало заводу большую экономию.

А. Е. Козюба, Е. Я. Жук,
К. И. Калинович
и Г. А. Сорокина

Зарубежная техника

Развитие авиационной промышленности США

В США опубликован справочно-статистический материал об американской авиационной промышленности. В нем содержатся данные, позволяющие проследить основное направление ее развития. Цифры о количестве выпущенных самолетов, приведенные в сборнике, иллюстрируют циклический характер этого развития.

В табл. 1 содержатся сведения о выпуске самолетов с 1912 по 1955 гг. Из таблицы видно, что толчком к быстрому уве-

Таблица 1

Выпуск самолетов авиационной промышленностью США за 1912—1955 гг.

Годы	Произведено самолетов			Годы	Произведено самолетов		
	Всего	В том числе военных	гражданских		Всего	В том числе военных	гражданских
1912	45	16	29	1934	1 615	437	1 178
1913	43	14	29	1935	1 710	459	1 251
1914	49	15	34	1936	3 010	1 141	1 869
1915	178	26	152	1937	3 773	949	2 824
1916	411	142	269	1938	3 623	1 800	1 823
1917	2 148	2 013	135	1939	5 856	2 195	3 661
1918	14 020	13 991	29	1940	12 804	6 019	6 785
1919	780	682	98	1941	26 277	19 433	6 844
1920	328	256	72	1942	47 836	47 836	—
1921	437	389	48	1943	85 898	85 898	—
1922	263	226	37	1944	96 318	96 318	—
1923	743	687	56	1945	49 761	47 714	2 047
1924	377	317	60	1946	36 670	1 669	35 001
1925	789	447	342	1947	17 717	2 100	15 617
1926	1 186	532	654	1948	9 586	2 284	7 302
1927	1 595	621	1 374	1949	6 089	2 544	3 545
1928	4 346	1 219	3 127	1950	6 520	3 000	3 520
1929	6 193	677	5 516	1951	7 877	5 400	2 477
1930	3 437	747	2 690	1952	12 509	9 000	3 509
1931	2 800	812	1 988	1953	15 134	11 000	4 134
1932	1 396	593	803	1954	12 989	9 600	3 389
1933	1 324	466	858	1955	13 153	8 400	4 753

личению продукции явилась первая мировая война. Так, если в 1914 г. в США было около двадцати «кустарных» предприятий со 165 рабочими, и в год выпускалось всего 49 самолетов, то в 1918 г. насчитывалось уже 40 заводов, на которых работало 27 000 рабочих. Производственная мощность этих заводов составляла 20 000 машин в год.

С окончанием первой мировой войны выпуск самолетов резко сократился. В 1919 г. было произведено 780 шт. (вместо 14 020 в 1918 г.), а в 1922 г. — в 53 раза меньше, чем в 1918 г. Резкому сокращению производства во многом способствовал также мировой экономический кризис 1929—1933 гг. К началу второй мировой войны выпуск самолетов резко увеличился, и в период 1940—1945 гг. удельный вес продукции авиационной промышленности составлял уже треть всего военного производства. Наибольшее количество самолетов было выпущено в 1944 г.; начиная с 1945 г., выпуск их стал сокращаться, что явилось следствием окончания войны и аннулирования свыше 90% авиационных контрактов.

В настоящее время авиационная промышленность США является сугубо военной отраслью. Выпуск военных самолетов за период с 1912 по 1955 гг. втрое превышает производство гражданских машин. После резкого сокращения производства военных самолетов в 1946 г. (с 47 714 до 1 669) их выпуск опять начал расти в 1950 г. и к 1953 г. достиг уже 11 000. Количество же гражданских самолетов в 1953 г. составило лишь восьмую часть того, что было произведено в 1946 г.

В сборнике приведены также данные об американской авиационной продукции в весовом выражении (табл. 2).

Почти десятикратное увеличение за период с 1939 по 1955 гг. явилось результатом быстрых темпов роста выпуска военных самолетов; вес военной продукции вырос за это время

Таблица 2

Американская авиационная продукция в весовом выражении

Годы	Вес авиационной продукции в тыс. т.		
	Всего	В том числе	
		военной	гражданской
1939	5,66	4,57	1,09
1940	12,62	10,47	2,15
1945	246	245,229	0,771
1950	18,6	15,88	2,72
1951	24,95	22,7	2,25
1952	53,3	49	4,3
1953	68,6	63,8	4,8
1954	63,8	58,9	4,9
1955	56,4	51,7	4,7

в 11,3 раза, а гражданской — всего в 4,3 раза. Большую роль здесь сыграло также значительное повышение веса конструкций выпускаемых машин (табл. 3).

Таблица 3

Вес самолетов, выпущенных в США в 1944 и 1955 гг.

Тип самолета	Средний вес в т	
	1944 г.	1955 г.
Тяжелые бомбардировщики	22,0	52,0
Средние бомбардировщики	4,6—11,2	25,0
Легкие бомбардировщики	3,5—6,7	11,3
Истребители (дневные)	2,3	3,3—5,5
Истребители (ночные)	4,5	5,5—9,0
Тяжелые транспортные	9,0—28	25—45
Средние транспортные	3,5—7,5	14—25
Легкие транспортные	1,7	9,0—14,0
Тренировочные	0,27—7,6	0,7—10,0

Увеличение объема продукции и габаритных размеров самолетов и двигателей сопровождалось соответствующим ростом производственной площади авиационных заводов. В настоящее время около 73,5% этой площади приходится на самолетостроительные заводы, 24,5% — на двигателестроительные и около 2% — на заводы, изготавливающие винты (табл. 4).

Таблица 4

Изменение размеров заводской производственной площади в авиационной промышленности США с 1939 по 1955 гг.

Годы	Производственная площадь в м ²			
	Всего	В том числе заводов		
		самолетостроительных	двигателестроительных	изготавливающих винты
1939 (январь)	882 590	696 780	157 940	27 870
1940 (январь)	1 217 020	891 870	878 700	46 450
1944 (декабрь)	15 402 820	9 568 700	5 100 210	733 910
1950 (среднегодовые данные)	5 899 350	4 412 950	1 300 600	185 800
1955 (декабрь)	12 198 180	8 965 150	2 982 190	250 840

Приблизительно две трети производственных мощностей авиационной промышленности (69,9% в ценностном выражении) являются собственностью государства, а одна треть принадлежит 12 крупнейшим авиационным компаниям. Из них главенствующее положение занимают фирмы Curtiss Wright, United Aircraft, Boeing, Airplane, Lockheed Aircraft и Consolidation Aircraft.

Накануне второй мировой войны использовалось всего 25—30% мощностей, а после ее окончания — не более 10%.

По числу работников авиационная промышленность занимает второе место среди других отраслей; в 1955 г. в ней насчитывалось свыше 750 тыс. человек. Военный характер развития самолетостроения оказывает и здесь большое влияние. Так, если к началу второй мировой войны американская авиационная промышленность занимала 41-е место по численности рабочих, то во время войны она вышла по этому показателю на первое место. В 1943 г. на авиационных заводах было занято 1 345 600 человек; с учетом заводов-субконтракторов эта цифра составит почти два миллиона. После войны это количество резко сократилось. Однако в 1951 г., в связи с войной

в Корее, число работников авиационных заводов снова начало увеличиваться и в 1953 г. почти в три раза превысило данные 1950 г. (табл. 5).

Таблица 5

Численность работников, занятых на заводах авиационной промышленности США

Годы	Численность работников в тыс. чел.				
	Всего	В том числе			
		в самолетостроении	в двигателестроении	на заводах, изготавливающих винты	в приборостроении и других отраслях
1939	63,2	45,1	11,3	нет данных	нет данных
1944	1296,6	815,5	339,7		
1949	264,1	175,3	53,5	8,2	27,0
1955	750,9	482,2	145,6	13,7	109,4

В 1955 г. около 70% общего количества работников авиационной промышленности составляли рабочие (табл. 6).

Таблица 6

Численность производственных рабочих на авиационных заводах США за 1939—1955 гг.

Годы	Всего	Численность производственных рабочих в тыс. чел.			
		В том числе			
		в самолетостроении	в двигателестроении	на заводах, изготавливающих винты	в приборостроении и других отраслях
1939	49,2	34,5	9,5	нет данных	нет данных
1944	1006,9	609,8	291,4		
1949	194,7	130,8	38,6	5,5	19,8
1955	513,9	330	94,5	9,3	80,1

9,0% — инженерно-технический состав. На сегодняшний день ощущается недостаток квалифицированных инженеров, что связано с ежегодным сокращением их выпуска высшими учебными заведениями. Так, если в 1949 г. было выпущено 47 тыс. инженеров, то в 1955 г. — только 20 тыс.; потребность же в них непрерывно растет.

Начиная с 1950 г., осуществляется перевооружение военно-воздушных сил, которые во все больших масштабах насыщаются самолетами с реактивными двигателями, а также новыми видами оружия — управляемыми снарядами.

В американском журнале «Nation» опубликованы данные о планируемых расходах на производство этих снарядов в США. За период с 1955 по 1958 гг. авиационные заказы составят 51,2% общих расходов на закупку военных материалов; из них на долю управляемых снарядов придется 16,5%. Расходы на изготовление управляемых снарядов из года в год увеличиваются, и к 1958 г. составят: по армии — 49% общих затрат на вооружение, по военно-морскому флоту — 11%, авиации — 19%. К 1961 г. примерно половина всех полков американских военно-воздушных сил будет полностью оснащена такими снарядами.

В связи с расширением работ по выпуску этих снарядов осуществляется перестройка авиационной промышленности США. В настоящее время 16 основных и около 200 вспомогательных фирм целиком переключились на изготовление межконтинентальных баллистических снарядов и снарядов среднего радиуса действия. Количество рабочих, занятых на заводах указанных компаний, резко увеличивается. Так, если в 1955 г. в основных фирмах работало только 7 тыс. человек, то год спустя это число возросло уже до 75 тыс. Перестройка

Таблица 7

Затраты правительства США на научно-исследовательскую работу

Область исследования	Г о д ы			
	1954	1955	1956	1957*
затраты в млн. долларов				
Самолетостроение	269,8	293,6	339,5	312,8
Управляемые снаряды	231,4	214,0	268,0	224,4

* Предварительно.

Приведенные в сборнике данные убедительно свидетельствуют о растущей милитаризации американской авиационной промышленности.

З. П. Румянцева

Источник: Aviations Facts and Figures, Official Publication of the Aircraft Industries Association of America, 1956.

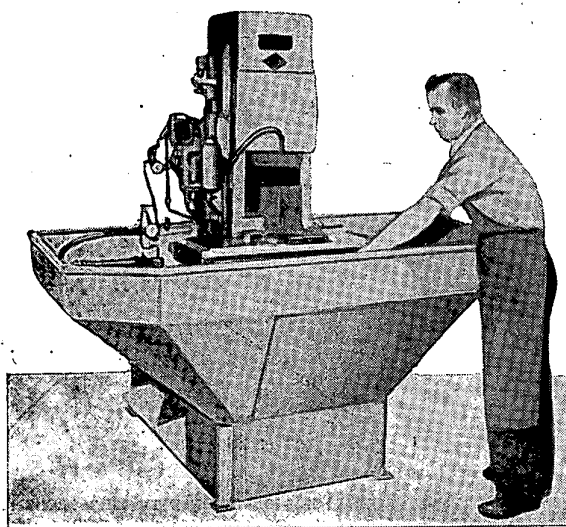
прежде всего отразится на состоянии и дальнейшем развитии гражданской авиации. В недавнем прошлом технический прогресс в данной области основывался главным образом на использовании достижений военной авиации; теперь же отпадает сама возможность такой преемственности, поскольку результаты научно-исследовательской работы в области управляемых снарядов в большинстве случаев нельзя применить в гражданской авиации.

Большие средства выделяются правительством США на научно-исследовательские работы в авиационной промышленности (табл. 7). Так, в 1953 г. расходы на эти работы составили пятую часть затрат на научные исследования во всей промышленности.

В 1953 г. в научно-исследовательских организациях авиационной промышленности США работало 48 500 ученых и инженеров (из общего количества 553 800 человек). Распределение их по специальностям было следующее: инженеров — 41 100; ученых: металлургов — 700, химиков — 1000, физиков — 1200, математиков — 900, других специальностей — 3600 человек.

Шлифование абразивными лентами

Обзор



Вертикально-шлифовальный ленточный станок фирмы Engelberg (США).

3 а последние годы шлифование металлов с помощью абразивных лент получило широкое развитие. Для этого применяются пять типов станков: бесцентровые; с опорной плитой; с контактным роликом; с фасонным опорным диском; со свободно натянутой лентой.

На фиг. 1 представлен бесцентрово-шлифовальный ленточный станок для наружного шлифования бесшовных труб и прутков из нержавеющей стали абразивными лентами на тканевой основе.

Исследования стружки, получаемой при шлифовании абразивными лентами с применением смазочно-охлаждающих жидкостей, показывают, что абразивные зерна снимают мелкую стружку, похожую на получаемую при обработке на фрезерных и токарных станках.

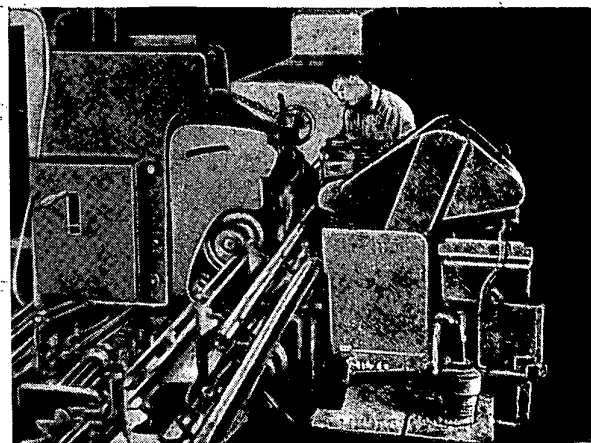
Отходы при шлифовании содержат кусочки абразивных зерен и связки, разрушающихся при обработке. Кроме того, режущие крошки зерен, находясь в контакте с деталью, становятся тупыми или плоскими в результате либо мельчайших разрушений, либо растворения или химической реакции с метал-

лом. Затупившиеся зерна остаются в связке. Такой вид износа называют износом от истирания в отличие от износа в результате разрушения. При слишком большом износе от разрушения лента теряет работоспособность в результате преждевременной потери абразива, а при слишком малом износе от разрушения — от затупления или засаливания: она начинает блестеть, зерна плохо режут, может также иметь место налипание на ленту металла, заполняющего промежутки между зернами. При этом выделяется дополнительное тепло от трения и уменьшается режущая способность зерен.

На фиг. 2 приведены сравнительные результаты шлифования малоуглеродистой стали 1020 и нержавеющей стали 304 корундовой абразивной лентой на тканевой основе (с зернистостью 50 на органической связке) при использовании различных смазочно-охлаждающих жидкостей.

При шлифовании без охлаждения съем углеродистой стали в два — три раза больше, чем нержавеющей. По нержавеющей стали ленты работали дольше и теряли работоспособность в результате затупления и налипания металла.

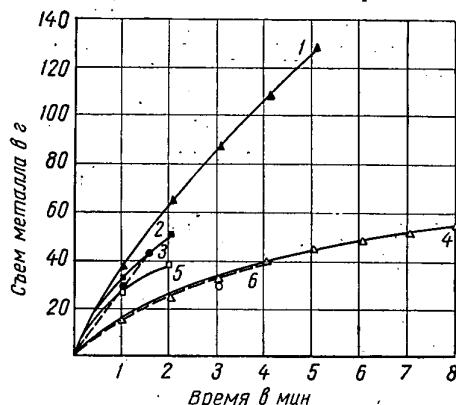
Эмульсия, состоящая из смеси минерального масла и мыла, растворенной в 80 частях воды, незначительно повлияла на первоначальный съем материала. Однако значительно ускорившийся износ абразивной ленты от разрушения снизил ее



Фиг. 1. Бесцентрово-шлифовальный ленточный станок для обработки труб и прутков.

стойкость, поэтому наблюдалось уменьшение общего съема материала, в особенности при обработке углеродистой стали.

В случае применения во время обработки малоуглеродистой стали смазочно-охлаждающего масла, содержащего химически

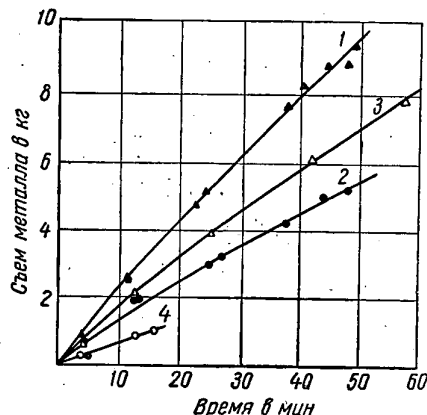


Фиг. 2. Сравнительные результаты шлифования малоуглеродистой стали 1020 и нержавеющей стали 304 с применением различных смазочно-охлаждающих жидкостей.

1—1020 (без охлаждения); 2—1020 (при охлаждении маслом); 3—1020 (при охлаждении эмульсией); 4—304 (без охлаждения); 5—304 (при охлаждении маслом); 6—304 (при охлаждении эмульсией).

Скорость ленты 25 м/сек, скорость образцов 2,1 м/мин при постоянном давлении 5 кг.

активные примеси (серу, хлор и животный жир), результаты были близки к наблюдавшимся при использовании эмульсии, а при шлифовании нержавеющей стали первоначальный съем металла увеличивался.



Фиг. 3. Сравнительные результаты шлифования прутков из малоуглеродистой стали 1020 и нержавеющей стали 304 с применением различных смазочно-охлаждающих жидкостей.

1—1020 (при охлаждении маслом); 2—1020 (при охлаждении эмульсией); 3—304 (при охлаждении маслом); 4—304 (при охлаждении эмульсией).

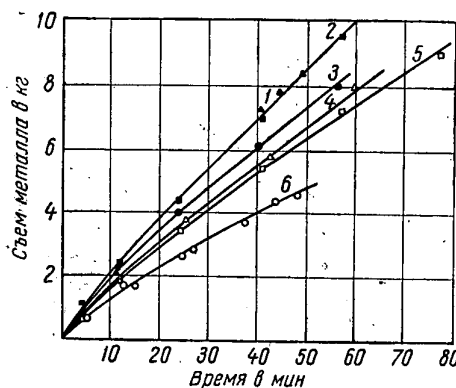
Скорость ленты 20 м/сек.

На фиг. 3 представлены сравнительные результаты шлифования прутков из нержавеющей и малоуглеродистой сталей на экспериментальном бесцентровом станке с охлаждающими жидкостями, применявшимися при описанных выше испытаниях. Применялись ленты на тканевой основе длиной 4,4 м и

шириной 152,4 мм из электрокорунда зернистостью 50 на органической связке. Когда использовали эмульсию на водной основе, износ от разрушения абразивного покрытия уменьшался и лента теряла работоспособность, главным образом, от истирания. При обработке нержавеющей стали происходило сильное засаливание или налипание металла, возникали чрезмерные вибрации, в силу чего приходилось прекращать испытание.

Условия обработки обоих материалов значительно улучшались при использовании активных смазочно-охлаждающих масел. При этом ленты изнашивались от разрушения сильнее, чем при применении эмульсии, и не замечалось их засаливания или налипания металла. Результаты опытов показали, что активное охлаждающее масло можно успешно применять при обработке углеродистой и нержавеющей сталей. Эмульсия же пригодна при шлифовании углеродистой стали, но не годится для нержавеющей.

Смазочно-охлаждающая жидкость, показавшая удовлетворительные результаты при обработке шлифованием нержавеющей стали, состояла из 3,3% серы, 1% хлора и 11,4% животного жира, остальное — минеральное масло.



Фиг. 4. Сравнительные результаты шлифования на бесцентрово-шлифовальном станке малоуглеродистой стали 1020 при охлаждении:

1—обычным охлаждающим маслом; 2—минеральным маслом + осерненный концентрат; 3—минеральным маслом + животный жир; 4—минеральным маслом + хлорный концентрат; 5—минеральным маслом; 6—эмульсией.

Скорость ленты 20 м/сек.

Для экспериментальных исследований на бесцентрово-шлифовальном ленточном станке брали жидкости следующих составов:

- а) 70% минерального масла, 30% осерненного концентрата, содержащего 6% активной серы;
- б) 98% минерального масла, 2% хлорного концентрата, содержащего 50% активного хлора;
- в) 90% минерального масла, 10% животного жира.

Из фиг. 4 видно, что при обработке углеродистой стали жидкость с примесью серы была так же эффективна, как и обычное охлаждающее масло. Все ленты в случае применения различных смесей минеральных масел теряли работоспособность главным образом из-за интенсивного износа в результате потери абразивного покрытия.

Минеральное масло способствовало повышению износа ленты от разрушения зерен больше, чем жидкости с примесями, так как оно предотвращало налипание металла.

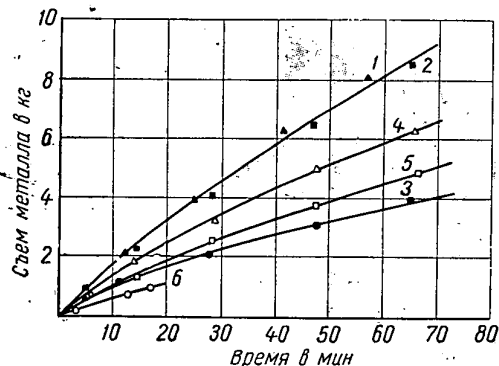
На фиг. 5 представлены сравнительные результаты шлифования нержавеющей стали 304 с применением различных смазочно-охлаждающих жидкостей. В этом случае сера опять эффективнее, чем все другие примеси. Следует отметить, что эффективность применения животного жира при обработке нержавеющей стали значительно меньше, чем углеродистой. Водная эмульсия мало пригодна.

Нержавеющая сталь 303 шлифуется значительно лучше, чем сталь 304, даже при охлаждении неразбавленным минеральным

маслом. При этом различные примеси лишь незначительно увеличивают эффективность минерального масла (фиг. 6).

На фиг. 7, 8, 9 представлены сравнительные результаты шлифования с различными скоростями ленты при использовании разных смазочно-охлаждающих жидкостей. Во всех случаях стойкость ленты при скорости 10 м/сек была невелика в силу быстрого износа абразивного покрова от разрушения. При обработке малоуглеродистой стали 1020 наибольший съем металла был получен при скорости ленты 20 м/сек. При скорости ленты 40 м/сек. съем металла и разрушение абразивного покрытия были меньше, чем при 20 м/сек. Аналогичные результаты были получены для нержавеющей стали 304. Очень высокий начальный съем этой стали наблюдается при скорости ленты 10 м/сек.

Химически активные смазочно-охлаждающие масла обычно содержат фосфор, хлор и серу. При их использовании на свежеработанной поверхности металла образуется пленка, имеющая пониженную прочность и уменьшающая возможность



Фиг. 5. Сравнительные результаты шлифования нержавеющей стали 304 на бесцентрово-шлифовальном станке при охлаждении:

1—обычным охлаждающим маслом; 2—минеральным маслом+осерненный концентрат; 3—минеральным маслом+животный жир; 4—минеральным маслом+хлорный концентрат; 5—минеральным маслом; 6—эмульсией.

Скорость ленты 20 м/сек.

образования задиров, что способствует устранению нароста на режущей кромке инструмента. Примеси, предохраняющие от налипания металла, особенно эффективны при шлифовании аустенитных нержавеющих сталей. Смазочно-охлаждающие жидкости с примесями серы и хлора рекомендуются при шлифовании углеродистых и нержавеющих сталей.

При скорости 40 м/сек время контакта между отдельными зернами и металлом и интервал между контактами находится в пределах от 10^{-4} до 10^{-5} сек. В этом случае, ввиду того, что для проникновения жидкости в промежутки между зернами и металлом и образования реакций остается очень мало времени, воздействие химически активных примесей меньше, чем при 20 м/сек. Однако и при 40 м/сек активность таких примесей, как сера и хлор, высока.

Минеральное масло увеличивает износ от разрушения и способствует потере абразивного покрытия ленты. Возможно, что это происходит в силу его способности проникать между абразивными зернами и насыщать волокна тканевой основы через связку, что уменьшает прочность последней. Это свойство масла не зависит от примесей.

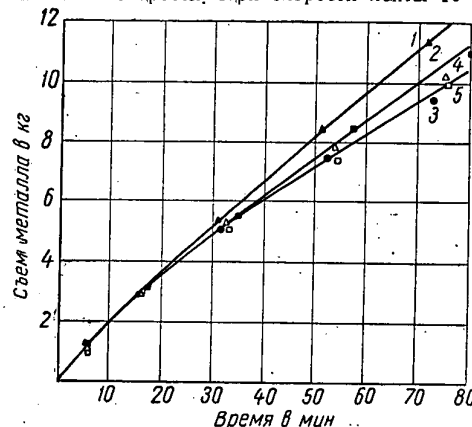
Кроме влияния времени воздействия на металл примесей смазочно-охлаждающего масла, на величину износа от истирания и разрушения влияет также и скорость ленты. При больших скоростях в месте контакта абразивного зерна с металлом возникают более высокие температуры, которые способствуют износу от истирания, так как ускоряют химические или физические реакции между зерном и металлом.

При постоянных значениях скорости, диаметра изделия, а также диаметра контактного ролика и подачи глубина резания зерном изменяется обратно пропорционально скорости ленты. При малой скорости глубина резания и сила, дейст-

вующая на отдельное зерно, больше, чем при высоких скоростях.

При шлифовании на бесцентрово-шлифовальном станке с постоянным давлением подача на врезание при скорости ленты 20 м/сек больше, чем при 40 м/сек.

Так как глубина резания изменяется в зависимости от подачи на врезание, сила, действующая на зерно, увеличивается по мере уменьшения скорости. При скорости ленты 10 м/сек на-



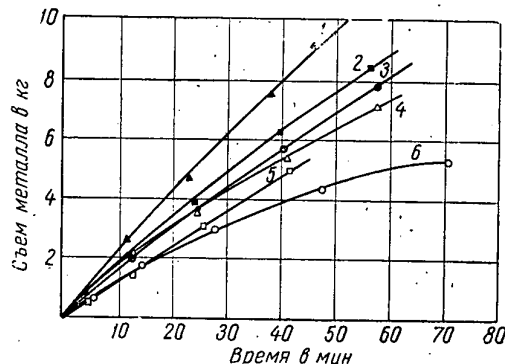
Фиг. 6. Сравнительные результаты шлифования на бесцентрово-шлифовальном станке нержавеющей стали 303 при охлаждении:

1—минеральным маслом+осерненный концентрат+животный жир; 2—минеральным маслом+осерненный концентрат; 3—минеральным маслом+животный жир; 4—минеральным маслом+хлорный концентрат; 5—минеральным маслом.

Скорость ленты 20 м/сек.

блюдается быстрый износ абразивного покрытия, что объясняется очень большой глубиной резания, увеличивающей силы которые разрушают абразивные зерна и вырывают их из связки.

Съем металла абразивными лентами можно заметно увеличить правильным подбором смазочно-охлаждающей жидкости.



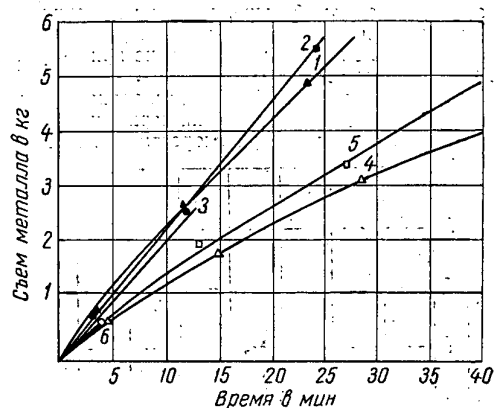
Фиг. 7. Сравнительные результаты шлифования на бесцентрово-шлифовальном станке малоуглеродистой стали 1020 при охлаждении:

1—обычным маслом; 2—минеральным маслом+осерненный концентрат; 3—минеральным маслом+животный жир; 4—минеральным маслом+хлорный концентрат; 5—минеральным маслом; 6—эмульсией.

Скорость ленты 40 м/сек.

Ленты, применяемые с жидкостями на водной основе, теряют работоспособность быстрее, чем при работе без охлаждения. Жидкости на масляной основе тоже увеличивают потерю абразивного покрова.

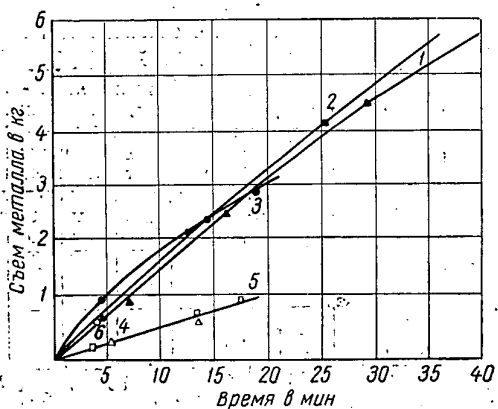
Износ от разрушения абразивных лент зависит от удельного давления и типа контактного ролика. При высоких удельных



Фиг. 8. Влияние скорости абразивной ленты на съем малоуглеродистой стали 1020 при шлифовании на бесцентрово-шлифовальном станке с использованием различных смазочно-охлаждающих жидкостей.

	Смазочно-охлаждающая жидкость	Скорость ленты в м/сек.
1	Обычное охлаждающее масло	40
2	Масло	20
3	"	10
4	Эмульсия	40
5	"	20
6	"	10

давлениях и твердых контактных роликах резание становится более интенсивным и износ от разрушения увеличивается. При более мягких контактных роликах и меньших удельных давлениях достигается большая чистота поверхности.



Фиг. 9. Влияние скорости абразивной ленты на съем нержавеющей стали 304 при шлифовании на бесцентрово-шлифовальном станке с использованием различных смазочно-охлаждающих жидкостей.

	Смазочно-охлаждающая жидкость	Скорость ленты в м/сек.
1	Обычное охлаждающее масло	40
2	Масло	20
3	"	10
4	Эмульсия	40
5	"	20
6	"	10

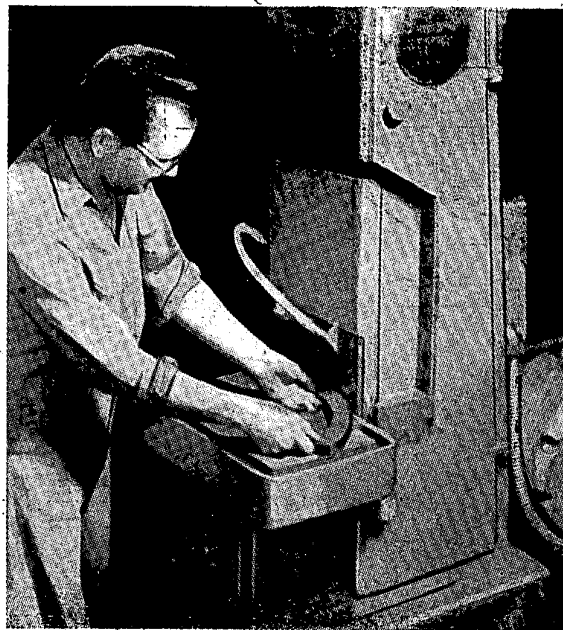
Установлено, что скорость ленты влияет на ее износ и, следовательно, на величину съема металла и чистоту поверхности. При больших скоростях чистота поверхности выше, съем материала и износ меньше.

В отличие от бесцентрового шлифования, применяемого для круглых деталей, плоские поверхности шлифуются с опорной плитой.

Особенно выгодно шлифовать такие плоские поверхности, размеры которых не связаны допусками с другими размерами детали. Шлифование с опорной плитой чаще всего выполняется без применения специальных приспособлений.

В случае необходимости выдерживать перпендикулярность или параллельность плоскостей, а также для обработки фасок применяют угольники, устанавливаемые на столе станка.

На фиг. 10 представлено шлифование без охлаждения стальных планок для моделей. На эту операцию затрачивается 30 сек. и снимается припуск 3 мм. Ранее, для фрезерования этой детали нужно было 12 мин.



Фиг. 10. Шлифование абразивной лентой без охлаждения стальных планок для моделей на вертикально-шлифовальном станке.

Использование электростатических методов нанесения абразивного покрытия на ленту и абразивов, обладающих повышенной твердостью, увеличивает режущую способность ленты. Новые связки сообщают ленте повышенную стойкость при высоких температурах.

На фигуре в начале статьи показан ленточный шлифовальный станок фирмы Engelberg (США), имеющий автоматический стол с гидравлической подачей. В нем применено микрометрическое устройство, ограничивающее величину подачи на врезание и обеспечивающее постоянство снимаемого припуска (в том случае, если подача превысит заданную, станок останавливается).

С помощью опорной плиты можно шлифовать и круглые детали.

Для шлифования деталей, имеющих небольшую кривизну, могут применяться мягкие плиты, покрытые материей.

При шлифовании на опорной плите важно обеспечить необходимое давление. Для этого в станках предусматривается автоматическая регулировка давления и подачи. Рекомендуется оставлять небольшие припуски на обработку — для деталей из цветных металлов от 1,5 до 3 мм, а для стальных — от 0,8 до 1,5 мм. Для обработки плоскостей, расположенных под углом, можно применить поворотные приспособления, устанавливаемые на столе станка.

Чтобы эффективно использовать ленточное шлифование с опорной плитой, детали следует конструировать с учетом этого метода обработки. Поверхность, подлежащая обработке, не должна превышать 200 см^2 для деталей из мягких металлов и 100 см^2 для чугунных и стальных деталей.

Абразивы и режимы, рекомендуемые при обработке шлифовальной лентой, приведены в таблице.

В качестве примера, иллюстрирующего развитие ленточного шлифования с контактным роликом, ниже описан станок фирмы Farnham (США), показанный на фиг. 11.



Фиг. 11. Ленточный шлифовальный станок с контактным роликом фирмы Farnham.

Абразивы и режимы, рекомендуемые при обработке шлифовальной лентой

Материал	Абразив	Зернистость		Скорость ленты в м/сек	Давление при шли- фовании в кг/см ²	Смазочно-охлаж- дающая жидкость
		при черновой обработке	при чистовой обработке			
Алюминий и латунь	Карбид кремния	38—80	120—240	24—28	Слабое	Эмуль- сия
Медь и сви- нец	То же	60—80	120—240	14	Очень слабое	То же
Чугун	.	24—36	60—80	14—20	0,56 (новая лента)	Вода
Мягкая сталь	Окись алюминия	36—60	120—180	20—28	1,75 (старая лента)	Эмуль- сия
Твердая сталь	То же	40—80	120—180	20—28	Большое	То же
Керамика и стекло	Карбид кремния	36—80	180—320	14—20	Слабое	Вода
Пластмассы	То же	80— 120	320	14—20	Слабое	То же

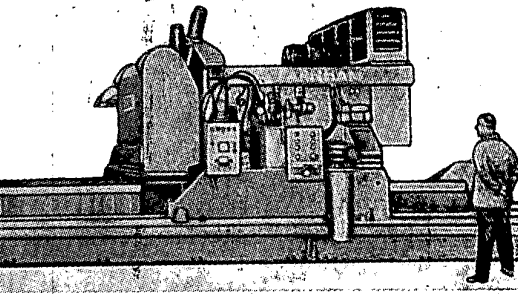
Станок предназначен для шлифования обшивок крыльев самолетов, малогабаритных деталей группами за одну установку, листов и полос из алюминиевых сплавов и нержавеющей сталей. Он состоит из четырех основных узлов: станины, которую можно приспособлять для установки изделий различной длины, передвижной портальной каретки, вертикальной шлифовальной головки и вакуумного стола для крепления обрабатываемых деталей. На станке можно шлифовать листы длиной до 12 м и шириной до 2135 мм.

Для обработки конусных деталей каждая секция вакуумного стола наклоняется в поперечной плоскости с помощью гидроцилиндра. Конус устанавливается с помощью прокладок. Любую часть стола, не применяемую для обработки, можно отключить от вакуумной системы. На столе удобно крепить отливки и штамповки различной конфигурации. Кроме того, можно снимать одну или несколько секций стола и устанавливать вместо них приспособления для обработки больших отливок или штамповок.

Станок оборудован гидравлическим и вакуумным насосами.

Каретка, шлифовальная головка и пульт управления станком показаны на фиг. 12.

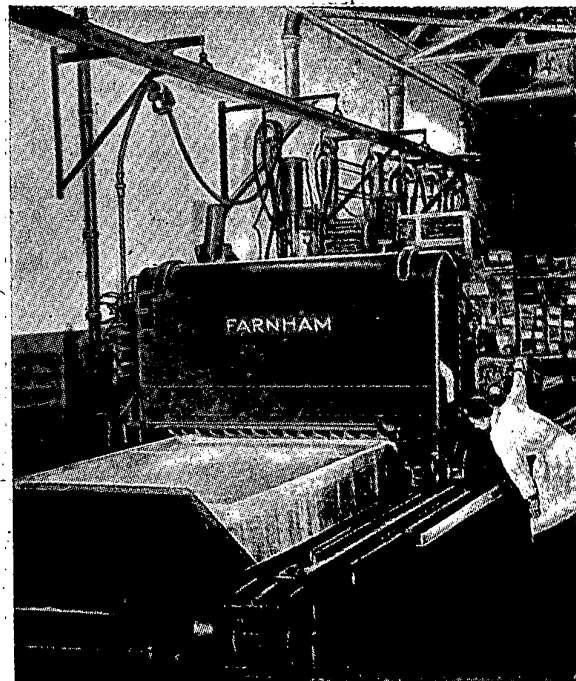
Каретка имеет сварной корпус и приводится в движение через посредство рейки и колеса со спиральными зубьями. На вертикальных направляющих с передней стороны каретки



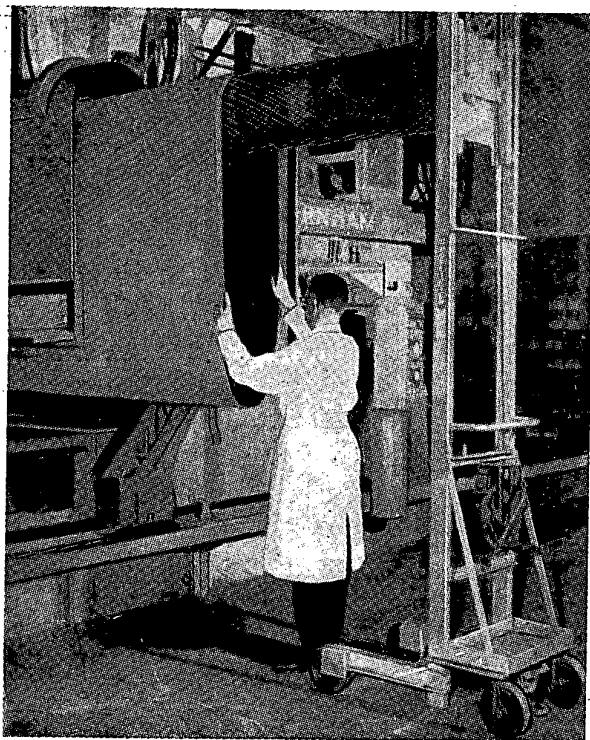
расположена шлифовальная головка, перемещающаяся вверх и вниз на 305 мм по копиру. С каждой стороны каретки установлен двигатель постоянного тока, приводящий во вращение зубчатые колеса, с помощью которых каретка перемещается по рейке. Подача каретки может производиться со скоростью 305 мм/мин и 635 мм/мин. На ней смонтирован пульт управления станком.

Шлифовальная головка имеет два горизонтально расположенных, динамически сбалансированных ролика. Верхний (ведущий) ролик стальной, а нижний (контактный) — покрыт резиной. Спиральная насечка на цилиндрической поверхности контактного ролика служит для получения наиболее высокой чистоты поверхности при максимальной стойкости ленты.

Станок снабжен пневматическим механизмом для предотвращения сбегания лент, имеющих различную ширину, и автоматической системой натяжения ленты. Быстрооткрывающаяся дверца обеспечивает свободный доступ к контактному и натяжному роликам. Последний опускается для ослабления ленты при ее смене.



Фиг. 12. Каретка, шлифовальная головка и пульт управления станком Farnham.



Фиг. 13. Приспособление для смены абразивной ленты на станке Farnham.

Для шлифования конических поверхностей применена гидравлическая следящая система, а для листов — микрометрический упор с нониусом, с помощью которого можно выдерживать точность по толщине в пределах 0,025 мм, регулируя перемещение шлифовальной головки вверх и вниз.

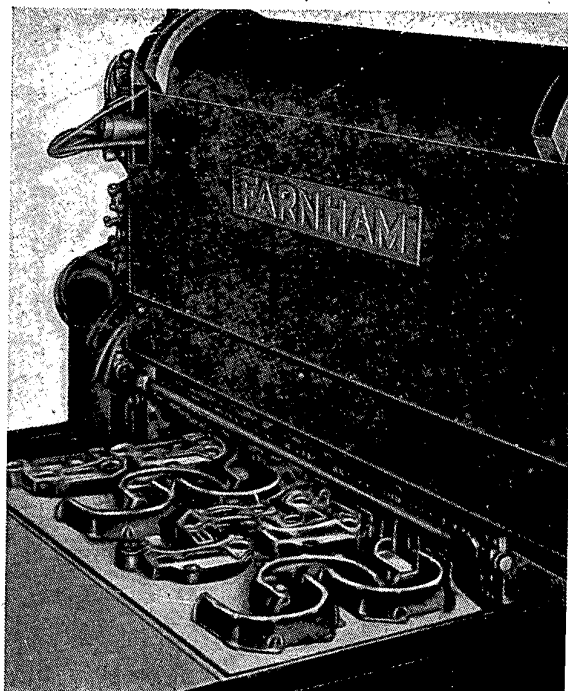
Прямолинейные конические поверхности можно шлифовать на станке без копиров, путем установки детали на универсальном приспособлении по нониусу.

Абразивные ленты легко устанавливаются и снимаются с помощью простого приспособления, показанного на фиг. 13.

Абразивная лента оказывает равномерное давление на всю поверхность листа, тогда как фрезы, обрабатывая ограниченные по ширине площадки, оставляют уступы, которые должны удаляться дополнительным ручным шлифованием. Как черновое шлифование, так и чистовая отделка выполняются водо-

стойкими абразивными лентами — с применением смазочно-охлаждающих жидкостей; при этом уменьшается нагрев обрабатываемой поверхности, предотвращается засаливание ленты и вымывается стружка.

В станке применена автоматическая блокирующая система для выключения и остановки станка, а также подъема шлифовальной головки при обрыве ленты или выхода из строя пневматической, гидравлической или вакуумной систем.



Фиг. 14. Групповое шлифование малогабаритных деталей на станке Farnham.

На фиг. 14 показано групповое шлифование малогабаритных деталей, устанавливаемых группами на столе станка Farnham.

Источники: «Industrial and Engineering Chemistry», 1955, v. 47, № 12, p. 2500—2505; «Metalworking Production», 1956, v. 100, № 32, p. 1514—1516; «Aircraft Production», 1956, v. 18, № 5, p. 190—193.

Приспособление для сверления равномерно расположенных отверстий

В производстве приборов нередко приходится сверлить равномерно расположенные отверстия.

При небольшом числе отверстий в этом случае удобно применять быстросъемное приспособление, показанное на фиг. 1а.

Как видно из эскиза детали (фиг. 1б), четыре отверстия равномерно расположены на конической поверхности, причем их оси наклонены к оси детали под углом 30°. Так как центральное отверстие по размеру не пригодно для крепления детали в приспособлении, крепление осуществляется по наружной поверхности.

Приспособление состоит из подвижной плиты 1, в которую запрессована кондукторная втулка, и неподвижного основания, к которому крепится корпус 2 делительного устройства.

В отверстие корпуса, расточенного под углом 60° к основанию, запрессована втулка 3, имеющая поперечное отверстие для заборного шарика, прижимаемого пружиной и штифтом. Во втулке 3 вращается без люфта делительная букса 4, закрепляемая гайками. В делительной буксе монтируется планка 5, которая при закреплении детали зажимается гайкой. Планку удерживает от поворота штифт, запрессованный в делительную буксу.

Technical drawing of a mechanical drive system for a machine tool. The diagram shows a motor (1) driving a large gear (z=140) which meshes with a smaller gear (z=150). This smaller gear is part of a planetary gear set (3) with a central gear (z=60) and a planet carrier (2). The planet carrier is connected to a worktable. Various speeds and feed rates are specified: $n=2800 \text{ об/мин}$ for the motor, $n=8400 \text{ об/мин}$ and $s=0,06 \text{ мм/об}$ for the planet carrier, $n=16 \text{ об/мин}$ for the central gear, and $n=40 \text{ об/мин}$ for the worktable. A gear ratio of $1:2,5$ is also indicated.

Sanitized Copy Approved for Release 2010/04/16 : CIA-RDP80T00246A044200010001-9

лодка 15 с помощью винтовой стяжки 12; пружины 6 и возвратной пружины 5 поворачивает в направлении стрелки II через тормозную шайбу 16 валик крепления детали 10 таким образом, чтобы при повороте на один зуб делительного зубчатого колеса 8 совершался обратный поворот ее до упора зуба в пружинный упор 14.

Сверлильный шпиндель 1 приспособления приводится во вращение от шкива посредством ремня и вместе с пинюлем передвигается в вертикальном положении во втулке, приваренной к угольнику. Пинюль устанавливается в требуемое исходное положение шарнирно с помощью зажимного кольца, связанного рычагом со штангой 7. Пружина 4 через штангу 7 прижимает ролик 20 к кривой кулачка 18, который сообщает через соответствующий рычаг и валик 19 прямой и обратный ход сверлильному шпинделю 1 и возвратно-поступательное движение собачке 9. При движении собачки вперед делитель-

ное зубчатое колесо поворачивается на несколько десятых миллиметра больше шага колеса в направлении стрелки I; при обратном ходе собачки возвратной пружиной 5 и тормозным устройством приводится во вращение валик 10 в направлении стрелки II до упора одного из зубьев делительного зубчатого колеса в пружинный упор 14. Таким образом, зубчатое колесо 8 служит одновременно для подачи и деления.

При применении описанного приспособления весьма важно правильно отрегулировать усилия пружины 6 и положение тормозной колодки 15.

На фиг. 3 показана кинематическая схема приспособления.

Л. Л.

Источники: «Werkstatt und Betrieb», 1952, № 1, S. 9; «Werkstatt und Maschinenbau», 1957, № 1, S. 51.

Гибка с растяжением на станках фирмы Hufford

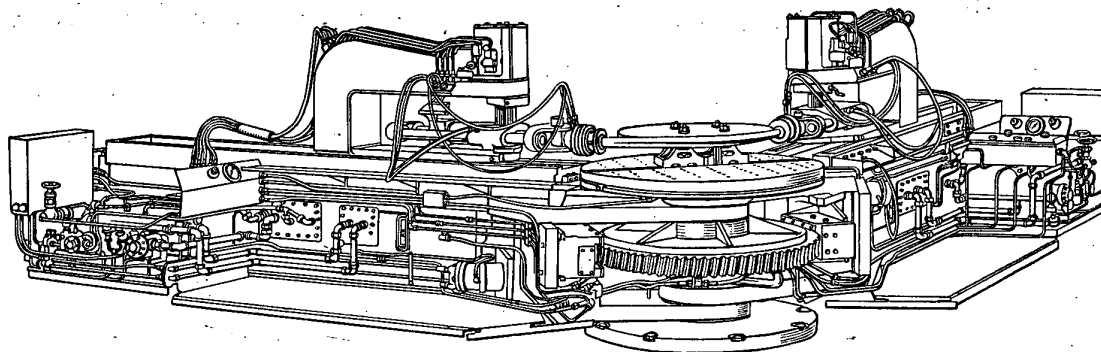
Фирмой Hufford в содружестве с авиационным заводом Дуглас разработан гибочный станок карусельного типа для гибки с растяжением (фиг. 1).

К станине стола на массивной оси шарнирно прикреплены две консоли с основными растягивающими цилиндрами. Каждая консоль вращается от независимого гидравлического привода при помощи червячной передачи. Обе консоли могут поворачиваться на 360°, перемещаясь в одном и том же или в противоположных направлениях.

Одновременно с деталью по касательной к оправке. Он употребляется вместе с растягивающим цилиндром одной из консолей для гибки с растяжением в то время как цилиндр другой консоли остается свободным для гибки с помощью гладильника или роликов.

Во всех трех цилиндрах — одинаковое рабочее давление.

На станке можно образовывать рифты без снятия детали с оправки или выполнять гибку с помощью удара для получения в середине детали обратной кривизны.



Фиг. 1. Схема гибочного станка.

В последнем случае максимальный угол между ними равен 240°. Этот угол может быть достигнут при передвижении одной или обеих консолей одновременно (фиг. 2). В конце обратного хода консоли устанавливаются параллельно друг другу, причем расстояние между осями зажимных патронов равно 380 мм. Каждая консоль может быть остановлена в любой точке путем размещения автоматических ограничителей хода по окружности стола.

Все растягивающие цилиндры — двойного действия. Поскольку они поворачиваются на своих кронштейнах кругом, для создания усилия может быть использован каждый конец плунжера цилиндра. Кронштейны, поддерживающие цилиндры, передвигаются вдоль консолей. Это позволяет быстро и точно устанавливать гибку в зависимости от длины детали, а также использовать кронштейны для регулирования хода плунжера растягивающих цилиндров.

На станке, кроме двух основных, может быть установлен третий растягивающий цилиндр (фиг. 3), его располагают на консолях или на дополнительном столе, соединенном с неподвижным круглым столом для крепления оправки. Этот цилиндр закрепляется в неподвижном положении, но может быть повернут на 360°, чтобы передавать давление или растягиваю-

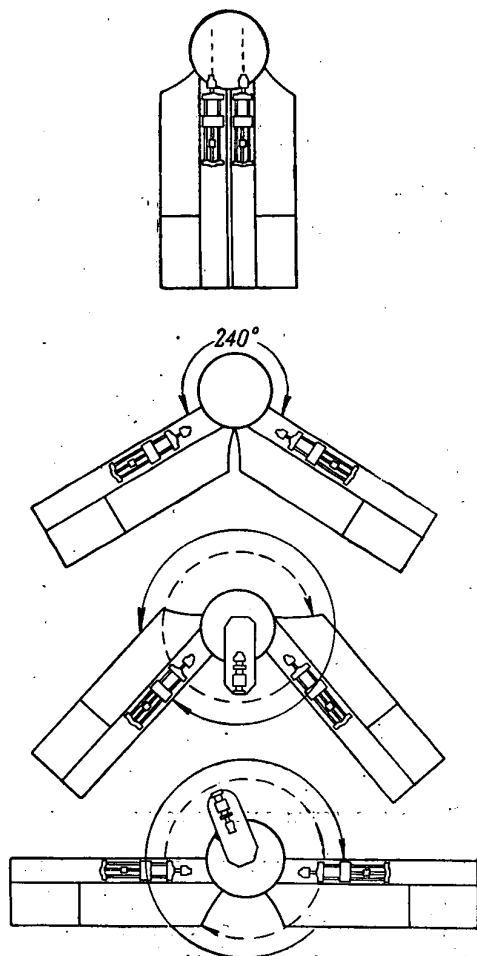
При гибке с растяжением (фиг. 4) гибочная оправка устанавливается на круглом столе и деталь растягивается цилиндрами консолей.

Гибка с растяжением и обхватом по окружности (фиг. 5) выполняется путем закрепления детали между третьим растягивающим цилиндром, смонтированным на дополнительном столе, и цилиндром одной из консолей. При этом методе гибки обычно дополнительно применяется и гибка с гладильником или с роликом.

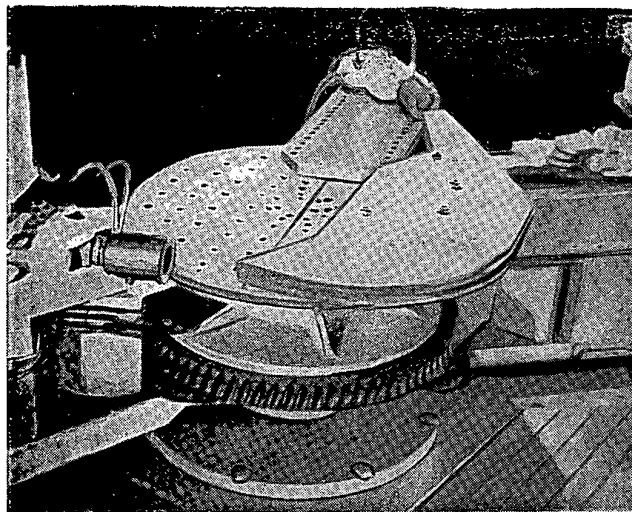
При гибке с гладильником (фиг. 6) цилиндр на одной консоли поворачивают так, чтобы создать давление на деталь. Если один конец детали прикреплен вместо плунжера неподвижного растягивающего цилиндра к оправке, то гладильник передвигается вдоль детали, начиная от закрепленного конца.

При гибке с помощью ролика деталь закрепляется между неподвижным цилиндром и цилиндром одной из консолей, в то время как давление создается цилиндром на второй консоли. Давление ролика обычно прикладывается в точке касания детали к оправке. Роликом может быть сделано необходимое количество проходов в любой части контура детали на любой стадии гибки, так как консоли могут быть остановлены в какой угодно точке. Может быть выполнено ряд проходов

для того, чтобы разгладить неровности, образовавшиеся при сжатии материала. Применение ролика позволяет гнуть детали по малому радиусу.



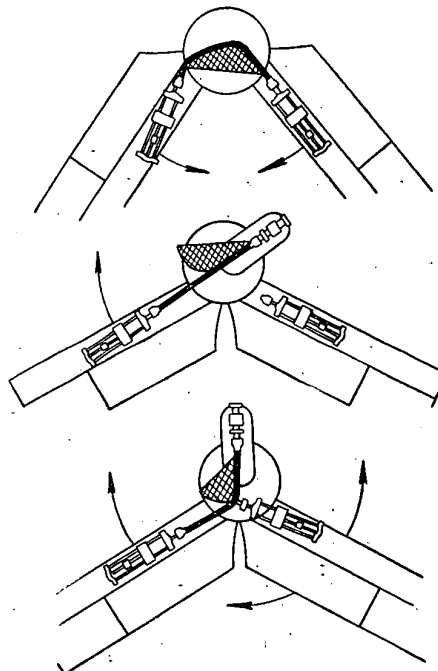
Фиг. 2. Консоли станка, находящиеся в различных положениях.



Фиг. 3. Установка третьего растягивающего цилиндра.

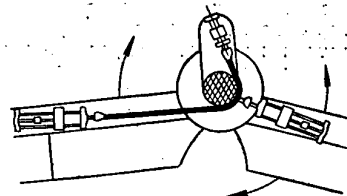
14*

Гибка кольцеобразных деталей может быть произведена подобным же путем по круглой оправке (см. фиг. 5) с использованием гладильника или роликов, закрепленных на второй консоли. Подобной же установкой образуются рифты перед снятием детали с оправки. Обычно пуансон для получения рифта вдавливается в деталь с помощью блока, установленного на цилиндре, повернутом обратной стороной на второй



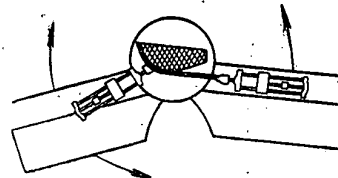
Фиг. 4. Схемы гибки с растяжением.

консоли, после того как деталь полностью проглажена и пока она еще зажата между губками. Таким образом образуют рифты по всему периметру. Если рифты должны иметь небольшую глубину, то их получают прокаткой.



Фиг. 5. Схема гибки с растяжением и обхватом по окружности.

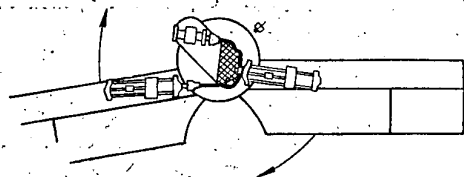
При формировании ряда рифтов (фиг. 7) консоль снабжается указателем положения. В этом случае время на наладку инструмента для образования каждого рифта исключается.



Фиг. 6. Схема гибки с применением гладильника.

Установив на столе две оправки и вращая обе консоли в одном направлении, можно за одну операцию выполнять обратные перегибы S-образной формы (фиг. 8).

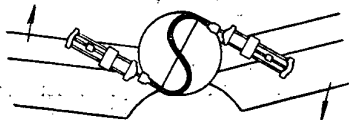
Такие перегибы в середине профиля могут быть также образованы посредством использования вспомогательной оправки на одном из растягивающих цилиндров (фиг. 9). В этом случае вначале изгиб выполняется с помощью оправки, закрепленной на неподвижном третьем цилиндре. Затем формуют концевые детали, перегибая их по главной оправке с помощью цилинд-



Фиг. 7. Схема образования рифтов на детали.

ров консолей в процессе нормальной гибки с растяжением. Деформации, образующиеся при термообработке, устраняются путем крепления концов детали в цилиндрах консолей и приложения к ним растягивающего усилия. С этой целью оба кронштейна растягивающих цилиндров на консолях устанавливаются в требуемое положение, а консоли стопорятся с помощью ходовых винтов в положении, когда они находятся друг против друга. Если консоли вращаются при гибке деталей, имеющих большую кривизну, кронштейны цилиндров могут сами автоматически устанавливаться под действием создающегося натяжения. При этом растягивающая нагрузка действует по оси цилиндра.

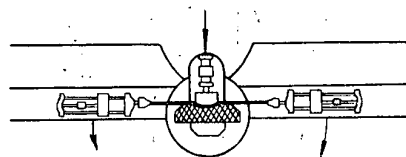
В головке каждого передвижного кронштейна имеется гидравлический тормоз, стопорящий поворот цилиндра. Этот тормоз применяется при гибке с помощью удара, при образовании рифтов, гибке с растяжением и гибке с помощью роликов.



Фиг. 8. Схема гибки детали S-образной формы.

Положение растягивающих цилиндров на консолях можно регулировать в вертикальном направлении рукояткой. Это позволяет гнуть детали по круглой оправке более чем на 360° , придавая им форму цилиндрической пружины. Рукоятка используется также тогда, когда приходится изгибать детали, имеющие сложную кривизну, или детали из полос.

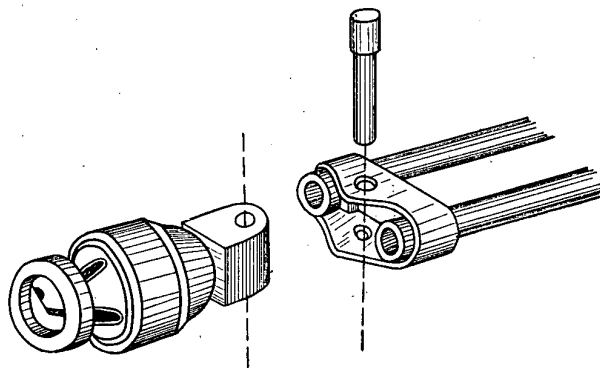
Для того чтобы при гибке кольцеобразных деталей цилиндр поворотной консоли проходил над неподвижным третьим цилиндром, последний устанавливают как можно ближе к поверхности стола для крепления оправки.



Фиг. 9. Схема образования прогиба в середине детали.

На концах плунжеров цилиндров консолей прочно крепится скоба для различных зажимных инструментов. Зажимные патроны, плоские зажимные губки, ролики, гладильники и другие приспособления легко сменить, вынимая один штифт (фиг. 10).

Каждая консоль имеет свое кнопочное управление. Органы управления сгруппированы на отдельных панелях, которые мо-



Фиг. 10. Схема крепления зажимного патрона к плунжеру.

гут передвигаться по направляющей станка. Всеми движениями станка управляет один рабочий, но если требуется, то могут работать двое.

Первый выпущенный станок описанного типа имел мощность 20 т; мощность последующих моделей доведена до 150 т.

С. А.

Источники: «Aircraft Production», 1954, v. 16, № 10, p. 426—428; 1956, v. 18, № 3, p. 106—111.

Хроника

Бомбардировщик Avro „Vulcan“

На вооружение английских ВВС начали поступать средние стратегические бомбардировщики Avro «Vulcan» (фиг. 1).

Самолеты Avro «Vulcan» имеют бесхвостую схему, треугольное крыло с переменным углом стреловидности по передней кромке, стреловидное вертикальное оперение и шасси трехколесной схемы. Силовая установка самолета состоит из четырех ТРД Bristol Olump с тягой по 5000 кг.

Взлетный вес самолета ~70 т, его максимальная скорость ~1100 км/час, потолок над целью 16 000—17 000 м и дальность полета ~8000 км.

Сведения, опубликованные в английской прессе об этом самолете, представляют интерес для иллюстрации сложности проектирования, производства и внедрения в эксплуатацию даже относительно небольшого дозвукового бомбардировщика.

Со времени выпуска тактико-технических требований к бомбардировщику до начала эксплуатации первых самолетов в частях ВВС прошло девять лет восемь месяцев.

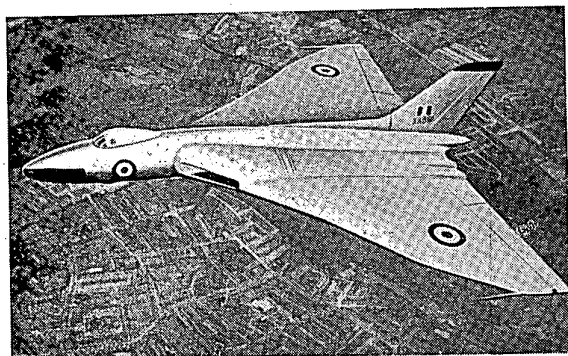
На проектирование было затрачено 1 467 000 человеко-часов. В процессе проектирования было выпущено 39 500 чертежей, спроектировано и построено три экспериментальных самолета (представлявших собой летающие модели бомбардировщика, выполненные в масштабе 1:3), изготовлено большое количество продувочных моделей, испытательных стендов и т. п.

В самолете (не считая двигателей) имеется 167 063 специальных деталей и 410 300 гаек, болтов, шайб, заклепок и т. п. Длина трубопроводов самолета составляет 2700 м, электропроводов — 22 550 м.

В производстве самолета применяется 50 000 специальных инструментов и приспособлений.

На изготовление моделей систем самолета, нужных для обучения личного состава ВВС, было затрачено 10 000 час. Отдел технических изданий фирмы Avro изготовил 1000 многокрасочных плакатов с 13 500 раскладывающимися листами для демонстрации обучающимся особенностей конструкции самолета, издал три книги лекций по самолету, спецификацию запасных

частей на 1200 листах и два тома (1000 страниц) описаний и руководств по техническому обслуживанию и летной эксплуатации самолета.



Фиг. 1.

Обучение технического состава ВВС на курсах по самолету Vulcan, проводившееся фирмой, продолжалось 12 недель.

«Flight», 1957, № 2540.

Бомбардировщик Convaig B-58 „Hustler“

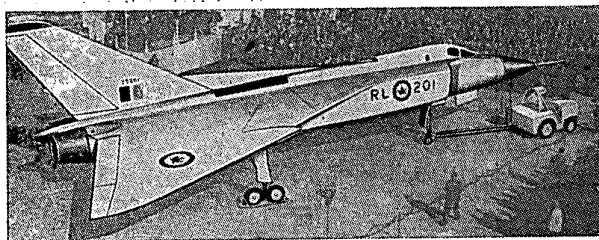
Средний стратегический бомбардировщик ВВС США Convaig B-58 Hustler достиг в испытательном полете скорости 2400 км/час на высоте 10 000 м.

«Interavia», 1957, № 3817.

Истребитель Avro CF-105 „Arrow“

4 октября 1957 г. на аэродром завода фирмы Avro в Malton (Канада) был выкачен первый опытный самолет Avro CF-105 «Arrow» (фиг. 2).

Проектирование самолета началось четыре года назад. В июле 1953 г. правительство Канады разрешило начать проектирование, а два месяца спустя были проведены первые испытания в аэродинамических трубах. Всего было исследовано 17 моделей различных рамеров, что дало возможность



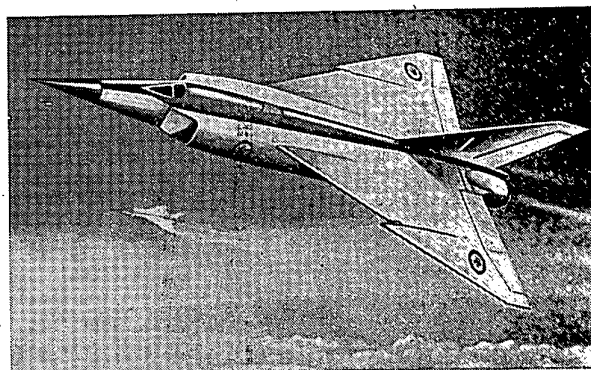
Фиг. 2.

получить необходимые данные по конструкции и аэродинамике самолета. Одновременно с этим в исследовательских центрах Канады и США велись испытания моделей с ракетными двигателями в свободном полете для определения возможных летных характеристик самолета.

В начале 1954 г. фирма Avro получила заказ на постройку двух опытных самолетов. В дальнейшем было заказано 18 серийных самолетов.

Самолет является двухместным истребителем ПВО с тонким треугольным крылом (фиг. 3 и 4), также может применяться в качестве истребителя-бомбардировщика, вооруженного атомным оружием. Он обладает сверхзвуковой скоростью во время набора высоты, может лететь продолжительное время с такой скоростью в горизонтальном полете и рассчитан на выдерживание больших перегрузок и значительного нагрева. На опытном самолете установлены ТРД Pratt & Whitney J-75. Эти же двигатели будут стоять и на первых пяти серийных

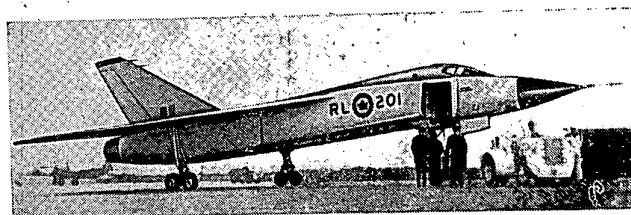
самолетах. В окончательном варианте на самолете должны применяться ТРД Orenda PS-13 «Iroquois» с тягой 9000 кг без форсажной камеры и 11 300 кг с включенной форсажной камерой.



Фиг. 3.

На самолете есть установка для кондиционирования воздуха, способная обеспечивать изменения температуры около 34° С в минуту. Лобовое стекло фонаря кабины изготовлено из закаленного многослойного стекла. Автоматическая электронная система управления огнем, навигационное и радиооборудование и автопилот спроектированы американскими фирмами RCA и Minneapolis-Honeywell. Вооружение самолета состоит из управляемых снарядов класса «воздух — воздух».

Начало летных испытаний самолета CF-105 намечено на конец декабря 1957 г. Расходы по проектированию и постройке самолета составили около 200 млн. долларов.



Фиг. 4.

Основные данные самолета: размах крыла 15,25 м; длина 23,74 м; высота — около 6,5 м; взлетный вес — около 34 т; максимальная скорость 2500 км/час; потолок — свыше 19 000 м; средняя скороподъемность 80—100 м/сек.

«Interavia», 1957, № 3828, 3829; «American Aviation», 1956, в. 19, № 20; «Aeroplane», 1957, № 2396.

Бомбардировщик WS-110A

Проектируется новый бомбардировщик WS-110A с силовыми установками на высококалорийном топливе, обладающий сверхзвуковой крейсерской скоростью и максимальной скоростью $M > 3$. Силовая установка самолета, которую, по имеющимся данным, проектирует фирма General Electric, будет представлять собой усовершенствованный ТРД с форсажной камерой для работы в полете с очень большими скоростями и на больших высотах при чрезвычайно высокой максимальной температуре. Фирмы Boeing и North American Aviation проектируют планер самолета. В окончательном варианте этот самолет заменит бомбардировщик B-52. Предполагают, что двигатели, разработанные для бомбардировщика WS-110A, можно использовать для дальнего истребителя-перехватчика WS-202 фирмы North American Aviation, который будет развивать скорость $M \approx 10$.

«Flight», 1957, № 2525.

Экспериментальный самолет X-15

Фирмой North American Aviation совместно с НАСА строится для ВВС и флота США экспериментальный самолет X-15, который намечено испытать в 1958 г. На самолете будет установлен однокамерный ЖРД с тягой около 9100 кг. Самолет будет взлетать с ramпы и управляться в полете при помощи реактивных сопел на концах фюзеляжа и крыла, так как он предназначен для полетов на столь больших высотах, что обычные поверхности управления не являются там эффективными. Предполагается, что экспериментальный самолет X-15 поднимется на высоту 78 км и будет летать со скоростью $M=5$. Второй и третий самолеты должны развивать скорость $M=10$ и достигать высоты 230 км.

«Flight», 1957, № 2525.

Новые авиационные топлива

Скорость, дальность и высоту полета самолетов и управляемых снарядов можно значительно увеличить за счет применения для силовых установок этих летательных аппаратов топлив с более высоким содержанием энергии по сравнению с используемыми в настоящее время. Мерой содержания энергии в топливе является его теплотворность, выражающаяся количеством тепла, выделяющегося при сгорании (окислении) топлива. В авиации наиболее широко применяются топлива с теплотворностью 10 000—10 500 ккал/кг, которые представляют собой продукты переработки нефти.

Однако известны вещества с более высокой теплотворностью. К ним, в частности, относятся легкие металлы, такие, как бор (теплотворность 13 950 ккал/кг), бериллий (теплотворность 16 200 ккал/кг) и др. Их гидриды (соединения атомов водорода с атомами металлов) обладают еще большей теплотворностью.

В США разработано два вида высококалорийных топлив — HEF-2 и HEF-3.

Основой первого из них является пентаборан, а второго — декаборан. Пентаборан (B_5H_9) представляет собой жидкость с удельным весом 0,61, температурой замерзания $-47^\circ C$ и температурой кипения $60^\circ C$; декаборан ($B_{10}H_{14}$) — твердое тело с удельным весом 0,94, температурой плавления $100^\circ C$ и температурой кипения $212^\circ C$.

Топливо HEF-2 предназначается для бомбардировщиков, поскольку оно характеризуется высоким содержанием энергии на единицу веса, HEF-3 — для истребителей (для них важно иметь более плотное топливо, запас которого можно было бы разместить на ограниченном пространстве). Теплотворность этих видов топлива 15 500—16 500 ккал/кг, что примерно на 50% выше, чем у лучшего авиационного керосина.

С применением указанных соединений в качестве авиационных топлив можно повысить дальность полета самолета на 20—40% или же значительно увеличить высоту и скорость полета (например, с $M=2,5+3$). Однако предварительно нужно преодолеть ряд технических трудностей, связанных с их производством и применением. В то время как продукты сгорания углеводородных топлив газообразны, продукты сгорания некоторых высококалорийных топлив — твердые вещества, оседающие на стенках внутренних трактов и деталей двигателей. Новые топлива очень дороги в сравнении с продуктами переработки нефти. Тем не менее эти трудности более или менее преодолеваются; в настоящее время уже строятся заводы для выпуска новых высококалорийных топлив и проектируются двигатели и самолеты, рассчитанные на их применение.

Исследуются возможности применения в авиации веществ с еще большей теплотворностью.

Одно из направлений этой работы — использование энергии свободных радикалов. Известно, что все вещества в природе образуют молекулы. Диссоциация их связана с большими затратами энергии, которая вновь выделяется при последующей рекомбинации «осколков» молекул в молекулы. Обычно свободные радикалы существуют только очень короткое время в пламени и горячих газах, и поэтому для практического использования их энергии необходима разработка методов

получения и хранения свободных радикалов. Недавно удалось получить и сохранить некоторые свободные радикалы, образовавшиеся в электрическом разряде при температуре, несколько превышающей абсолютный нуль. Пока это только лабораторные опыты, очень далекие от практического использования энергии рекомбинации.

Наконец, разрабатываются атомные авиационные двигатели. Дальность и продолжительность полета самолета с таким двигателем будут определяться лишь выносливостью его экипажа. Принципиально эта задача мало отличается от уже решенной по созданию наземных и судовых атомных силовых установок.

«Aviation Week», 1956, 12/XI; «National Bureau of Standards Technical News Bulletin», 1957, № 1; «Aeroplane», 1957, № 2374.

Наконечники для проводов

Фирма The Thomas & Betts разработала новый вид наконечников из нейлона для изоляции концов самолетных проводов сечением 0,9—1,6 мм (фиг. 5). Наконечник навинчивается вручную на зачищенные концы гибких проводов; при этом он



Фиг. 5.

плотно входит в изоляцию провода и надежно защищает его во всех случаях, в том числе и при вибрациях.

Установку наконечника облегчает цветная маркировка.

«American Aviation», 1956, № 25.

Устройство для точногозенкованияотверстий под заклепки в деталях самолета

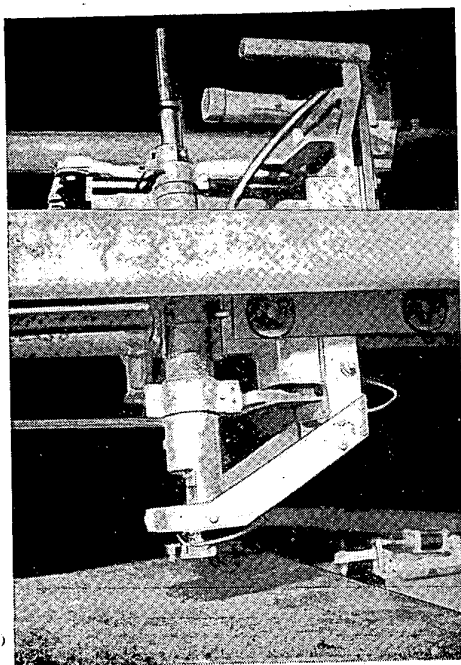
Одной из американских фирм сконструировано устройство для точного зенкования отверстий под заклепки в обшивках крыльев и фюзеляжа высокоскоростных реактивных самолетов (фиг. 6).

Нормализованная пневматическая сверлильная головка, укрепленная на карданном подвесе, помещена на раме, обеспечивающей горизонтальное и вертикальное движение инструмента для установки его против обрабатываемых отверстий. Рама, уравновешиваемая с помощью противовесов, движется по вертикальным подвесным рельсам, которые в свою очередь могут перемещаться горизонтально.

На конце шпинделя вокруг инструмента на равных расстояниях друг от друга установлены три микровыключателя, которые касаются поверхности заготовки и должны замыкаться до начала сверления. В этом случае ось шпинделя перпендикулярна обрабатываемой поверхности.

Устройство работает следующим образом.

Оператор устанавливает деталь на глаз, затем включает давление воздуха и автоматически закрепляет ее в нужном положении. Затем от микровыключателей приводится в действие электромагнитный запор, фиксирующий инструмент, и начинается работать шпиндель, который вращается до тех пор, пока не достигается заданная глубина зенкования. После этого нажимная подушка отводит головку от поверхности обшивки, размыкая таким образом микровыключатели и останавливая шпиндель.



Фиг. 6.

При ручной установке инструмента на каждое отверстие затрачивалось 30 сек., теперь на это требуется 6—7 сек. при повышении точности обработки.

«Tooling», 1957, т. 11, № 2.

Сталь с пределом прочности 210 кг/мм²

Национальное бюро стандартов США разработало сталь, которая может быть термически обработана до прочности 200 кг/мм² с сохранением достаточной пластичности для применения в конструкциях.

В последние годы возрастающие требования к уменьшению веса самолетных конструкций были постоянным стимулом для создания новых высокопрочных сталей. Одной из главных областей применения таких сталей является шасси самолета. Вес шасси составляет приблизительно 10% веса пустого военного самолета, и применение для него стали высокой прочности может значительно снизить вес. В связи с этим ВВС флота США поручили бюро стандартов разработать сталь с прочностью при разрыве около 210 кг/мм².

Многие сорта стали можно термически обработать до прочности 210 кг/мм² и более, однако при этом они обычно становятся очень хрупкими. Последнее не позволяет применять их для конструкций, где требуется известная пластичность и вязкость. Поэтому целью исследовательской работы,

проводимой бюро, являлось создание стали, которая имела бы не только высокую прочность, но и обладала большим сопротивлением удару.

Предварительные исследования показали, что для получения необходимой прочности нужно, чтобы сталь содержала не менее 0,40% углерода, если после закалки она будет подвергаться отпуску. Кроме того, сталь должна содержать значительное количество легирующих элементов для полного перевода в мартенсит с тем, чтобы большие детали шасси могли полностью закалиться. Экспериментальные сорта стали были основаны на надлежащим образом модифицированной стали 4340. К части плавки добавлялся бор, так как предварительные исследования показали, что бор улучшает закаливаемость и благоприятно влияет на ударную вязкость некоторых сталей при комнатной и более низкой температуре.

В литейном цехе бюро было выплавлено свыше 40 опытных сталей. Из них ковкой и прокатыванием изготовлялись плиты толщиной 15 мм; 22 и 31 мм, которые затем нормализовались и отжигались. Образцы для испытаний изготовлялись механической обработкой из плит различной толщины. Образцы для испытаний на прочность и удар подвергались термообработке шестью различными методами.

Один из составов обладал хорошим сочетанием прочности и пластичности. Это была сталь, основанная на стали 4340, модифицированной кремнием и титаном. Испытания подтвердили, что сталь имеет предел прочности при разрыве около 200 кг/мм², ударную вязкость 2,2 кг/см² при температуре от +21 до -4°С.

Предварительные опыты имели целью определить критические температуры, температуры образования мартенсита и максимальное время, в течение которого сталь может выдерживать температуру, превышающую температуру образования мартенсита, до превращения в другие структуры. Также изучались различные методы закалки с применением масла и воздуха. Обычная закалка в масло с 900°С с последующим двойным отпуском в диапазоне температур 200—260°С дали наилучшие результаты.

Бор, по-видимому, не оказывает положительного действия на свойства стали, но вместе с тем не имеет и вредного влияния. Благоприятное воздействие бора на закаливаемость может сказаться на деталях с гораздо большим поперечным сечением, чем те, которые испытывались. Полагают, что свойства стали, полученной лабораторным путем, могут быть достигнуты и даже улучшены при изготовлении в производственных условиях.

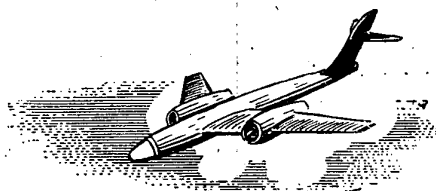
Химический состав этой стали: 0,40% С, 0,75% Мн, 1,60% Si, 1,80% Ni, 0,85% Cr, 0,30% Mo, 0,10% Ti, 0,003% В. Механические свойства: твердость $R_C=53$; предел прочности при разрыве 200 кг/мм²; предел текучести 165 кг/мм²; удлинение 10%; сужение 35%.

«NBS Technical News Bulletin», 1957, June.

Новая нержавеющая сталь

Фирма Armco Steel Corporation объявила о создании новой нержавеющей стали РН 15—7Мо, сохраняющей первоначальную прочность даже при нагревании до 540°С. Сталь может применяться для обшивки самолетов, развивающих очень большую сверхзвуковую скорость, и для управляемых снарядов.

«Interavia», 1957, № 3825.



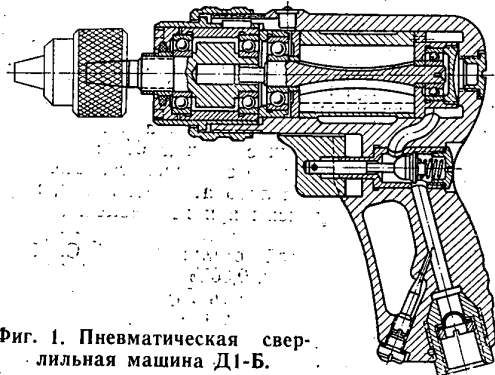
И Н Ф О Р М А Ц И Я

В Научно-исследовательском институте технологии и организации производства

Законченные работы Института

Пневматические сверлильные машины. В целях расширения номенклатуры инструмента для механизации сборочных работ при изготовлении самолетов легкого типа разработаны проекты пневматических ручных сверлильных машин Д1-Б и УД-1.

Машина Д1-Б (фиг. 1) предназначена для сверления отверстий в тонкостенных обшивках и узлах при сборочных и других операциях. Машина имеет малые габариты, незначи-



Фиг. 1. Пневматическая сверлильная машина Д1-Б.

тельный вес и обеспечивает высокую скорость резания при сверлении отверстий в дюралюмине.

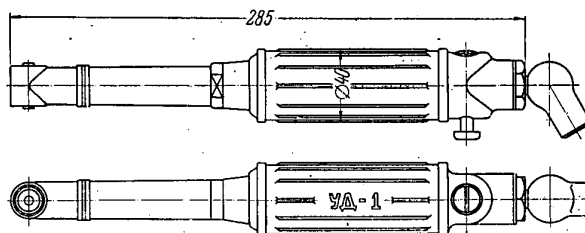
Машина состоит из трех основных узлов: головки шпинделя, двигателя и рукоятки с механизмом пуска. На конце шпинделя имеется укороченный конус Морзе № 1а, который служит для закрепления трехкулачкового патрона.

Техническая характеристика машины Д1-Б

Максимальный диаметр сверления	3 мм
Скорость вращения шпинделя	18 000 об/мин
Рабочее давление воздуха в сети	5 атм
Максимальная мощность	0,2 л.с.
Расход сжатого воздуха (на холостом ходу)	0,3 м³/мин
Внутренний диаметр шланга	13 мм
Габаритные размеры:	
длина (без патрона)	142 мм
высота	122 мм
ширина	42 мм
Вес	0,7 кг

Пневматическая угловая машина УД-1 (фиг. 2) предназначена для сверления отверстий в труднодоступных местах агрегатов и узлов при сборочных и других операциях.

Машина состоит из пяти узлов: головки, переходника, редуктора, двигателя и пускового механизма. При малых габаритных размерах и весе она обеспечит необходимые условия сверления в дюралюмине отверстий диаметром до 5 мм.



Фиг. 2. Пневматическая угловая сверлильная машина УД-1.

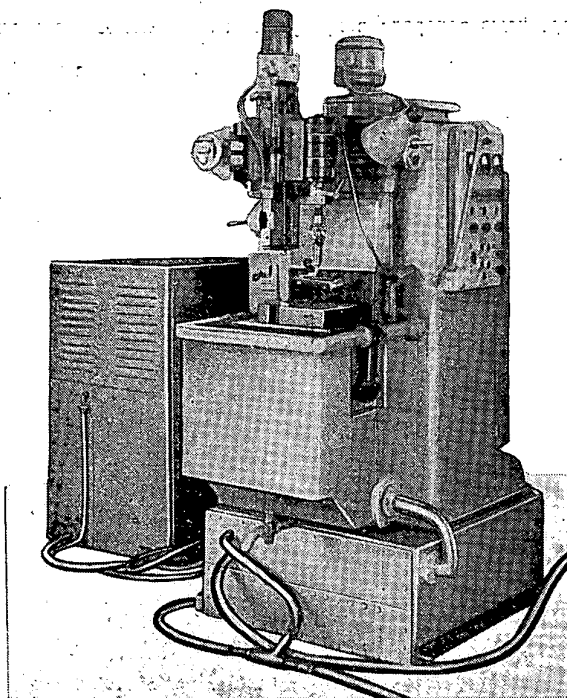
Техническая характеристика машины УД-1

Максимальный диаметр сверления	5 мм
Скорость вращения шпинделя	3000 об/мин
Расход воздуха	0,3 м³/мин
Мощность	0,2 л.с.
Максимальный крутящий момент	18 кгс.м
Давление воздуха в сети	5 атм
Габаритные размеры:	
длина	285 мм
высота головки	25 мм
ширина	40 мм
Вес	1,2 кг

Проекты сверлильных машин одобрены техническим советом и по ним изготавливаются опытные образцы.

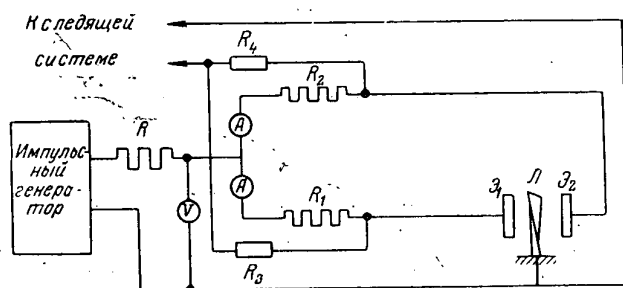
Обработка пера лопаток РД электроимпульсным способом. Применяемые для изготовления лопаток РД высокожаропрочные материалы плохо обрабатываются резанием. Одним из новых способов производственной обработки таких материалов является электроэрозионный. Производительность его при обработке жаропрочных материалов 5000 мм³/мин.

В связи с тем, что электроэрозионная обработка жаропрочных сплавов имеет ряд важных преимуществ перед обработкой резанием, была проведена научно-исследовательская работа по изысканию возможностей применения электроэрозионного способа для обработки пера рабочих лопаток газовой турбины. Установлено, что наиболее эффективным является применение электроэрозионной обработки по копировально-прошивочной схеме, которая обладает преимуществами перед схемами с вращающимся электродом.



Фиг. 3. Электроимпульсный станок ЭПШ-1.

По этой схеме обработку можно вести одновременно по спинке и корыту, что значительно увеличивает производительность процесса. При исследовании был использован электроимпульсный станок ЭПШ-1 (фиг. 3).

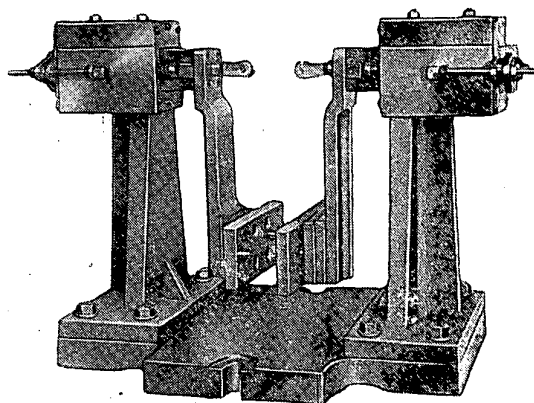


Фиг. 4. Двухконтурная электрическая схема.

Для одновременной и раздельной обработки спинки и корыта с применением двухконтурной электрической схемы (каждый из электродов — для корыта и для спинки — подклю-

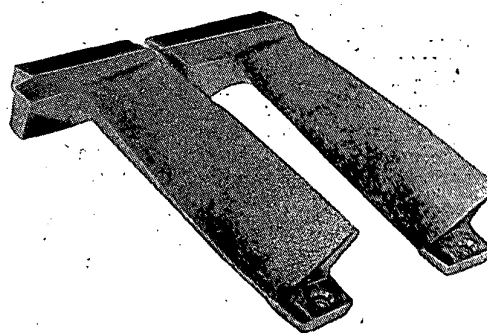
чается к самостоятельному рабочему контуру, фиг. 4); сконструировано специальное приспособление (фиг. 5).

После электроэрозионной обработки образуется измененный поверхностный слой, толщина которого зависит от электрических режимов и находится в пределах 0,05—0,5 мм. Этот слой



Фиг. 5. Приспособление для одновременной обработки спинки и корыта лопатки.

нужно удалять окончательным шлифованием, для чего предусматривается необходимый припуск. (Электроэрозионным способом удаляется основная часть припуска, а окончательная обработка производится шлифованием).



Фиг. 6. Обработанные лопатки.

На фиг. 6 показаны лопатки, одна из которых обработана на электроимпульсном станке, а вторая окончательно отшлифована.

Электроимпульсная обработка пера лопатки уменьшает трудоемкость операции в 2—2,5 раза.

Выполненная работа является первым этапом; продолжение ее будет состоять в опробовании лопаток, обработанных электрическим методом, на двигателе, а затем в создании многоспindleльных, многоконтурных станков и внедрении серийной технологии.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов

Законченные работы Института

Повышение сопротивления крупногабаритных деталей из сплавов Д16 и В95 коррозионному растрескиванию. Проведенное в содружестве с одним из заводов исследование позволило установить, что повышение температуры закалочной воды до 20—100°С

снижает чувствительность к коррозии под напряжением прутков из сплава Д16 диаметром 200 мм, при закалке в воду с температурой 100°С они практически не склонны к коррозии под напряжением.

Повышение температуры закалочной воды до 60°С приводит к росту чувствительности к коррозии под напряжением прутков диаметром 200 мм и крупногабаритных поковок из

сплава В95. Дальнейшее повышение температуры закалочной воды снижает чувствительность к коррозии под напряжением.

Наружные слои прутков из сплавов Д16 и В95 диаметром 200 мм менее склонны к коррозии под напряжением, чем средние.

Прутки из сплава В95 диаметром 200 мм, искусственно состаренные по режимам: 170°С — 16 час.; 160°С — 8 час.; 120°С — 3 часа; 160°С — 3 часа, имеют одинаковую коррозионную стойкость под напряжением.

Прутки из сплава Д16 диаметром 200 мм, искусственно состаренные по режимам: 170°С — 16 час.; 190°С — 6—8 час.; 190°С — 12 час., практически не склонны к коррозии под напряжением.

Состояние поверхности существенно влияет на коррозионную стойкость под напряжением. Пескоструйная обработка поверхности значительно повышает коррозионную стойкость под напряжением крупногабаритных поковок из сплава В95 и прутков из сплавов Д16 и В95 диаметром 200 мм.

Напряжение до 50% от предела текучести не влияет на коррозионную стойкость под напряжением прутков из сплава В95 диаметром 200 мм. Повышение напряжения до 90% от предела текучести приводит к увеличению чувствительности к коррозии под напряжением.

Лакокрасочные покрытия (АЛГ1+А14Ф и АГ3А+ХВ316) значительно повышают коррозионную стойкость под напряжением прутков из сплавов Д16 и В95 диаметром 200 мм и крупногабаритных поковок из сплава В95.

Для повышения сопротивления коррозионному растрескиванию крупногабаритных деталей из сплавов Д16 и В95, закаленных в воду с температурой 70—80°С и искусственно состаренных, рекомендуется следующая технологическая схема защитной обработки деталей:

- а) Пескоструйная обработка поверхности.
- б) Химическое оксидирование в холодном электролите по инструкции ВИАМ № 601—56 без предварительного травления, но с промывкой в проточной воде.
- в) Нанесение системы лакокрасочного покрытия: грунт АЛГ1 горячей сушки+эмаль А14Ф.

Исследование фазового состава металл-керамических сплавов. Проведено исследование по отделению металлической связи от карбидно-боридной фазы и разделению компонентов сплавов на основе карбида титана, диборидов хрома и титана и на основе карбида кремния.

Разработан метод отделения карбида титана от металлического молибдена. Исследованы сплавы с различным содержанием молибдена. Показано, что в сплавах на основе карбида титана молибден начинает оставаться в металлической связи в заметных количествах при содержании его в сплаве более 25%; при содержании в сплаве в меньших количествах он почти полностью остается в карбидной фазе.

Разработан метод отделения диборидов хрома и титана от металлического молибдена, а также качественный метод отделения диборида титана от диборида хрома.

Выполнен химический фазовый анализ боридных сплавов с содержанием молибдена от 0 до 90%. Обнаружено, что количество растворенного молибдена в зависимости от содержания его в сплаве изменяется в соответствии с данными металлографического анализа и жаростойкости.

Разработаны метод отделения свободного кремния от карбида кремния в углеродисто-кремниевых сплавах и колориметрический метод определения свободного углерода в этих сплавах, основанный на поглощении графитом метиленовой сини. С их помощью проведен химический фазовый анализ сплавов различного состава с разной технологией изготовления.

Новые химические и физико-химические методы анализа металлов. 1. Предложен фотоколориметрический метод определения рения от 0,1 до 6% в жаропрочных сплавах на никелевой основе без отделения его от молибдена в соотношениях рения к молибдену 1:10. Показана возможность отделения рения от элементов жаропрочного сплава с помощью едкого натрия.

2. Разработан колориметрический метод определения церия от 0,001% и выше в жаропрочных сплавах на никелевой основе путем выделения его в трехвалентной форме из раствора трехвалентного хрома: фтористым аммонием. Установлены условия колориметрирования церия по существующей реакции

с перекисью водорода в присутствии лимоннокислого калия в щелочной среде.

3. Проверен и освоен метод определения бора с реактивом кармин после отгонки бора в виде борнометилового эфира. Он дает хорошие результаты, но очень длителен, связан с применением метилового спирта (являющегося сильным ядом) и платины; поэтому его следует рекомендовать только в качестве контрольного; для выяснения сомнительных и спорных вопросов. Метод дает хорошо воспроизводимые результаты.

Проведено сопоставление четырех реагентов, взаимодействующих с бором в крепкой серной кислоте; ни один из них не имеет явных преимуществ; поэтому любой может быть употреблен при колориметрировании.

Изучена куркуминовая реакция на бор, не требующая применения крепкой серной кислоты и платины в том случае, если бор был отогнан в виде борнометилового эфира. Построена калибровочная кривая для измерения толщины окраски с куркумином, позволяющая очень точно устанавливать количество бора пока только в растворах чистых солей.

4. Предложен фотоколориметрический метод определения кремния в жаропрочных сплавах на никелевой основе с применением в качестве комплексобразователя тиомочевны. Его можно использовать также для сплавов, содержащих вольфрам и ниобий, для жаропрочных сплавов на железной основе, для низколегированных сплавов и для простых углеродистых сталей.

5. Проведено сопоставление существующих методов определения серы: весового, нефелометрического, объемного трилонометрического, колориметрического, мокрого и метода сжигания.

Усовершенствован мокрый метод определения серы с объемным окончанием при применении в качестве растворителя ортофосфорной кислоты.

Разработан метод определения тысячных и десятитысячных долей процента серы в металлическом хrome. Точность метода для тысячных долей процента составляет 0,001—0,003% при применении для анализа химически чистых реактивов, для десятитысячных долей процента — 0,0003% при наличии особо чистых реактивов.

Установлена возможность определения методом сжигания в струе кислорода только тысячных долей процента серы в хrome при соответствующей температуре и применении определенных плавленей.

6. Усовершенствован фотоколориметрический метод определения сурьмы в бронзах в присутствии меди с применением тиомочевны. Метод рекомендуется для бронз, содержащих 0,1% и более сурьмы, но наиболее удобен он при содержании нескольких процентов сурьмы. Этот метод разработан впервые, по точности он не уступает иодидному, но быстрее, проще и дешевле, так как не требует дорогостоящего иодида калия.

Усовершенствован объемный метод определения сурьмы с применением окислительно-восстановительных индикаторов (ортофенантролина — двухвалентного железа и фенилантрахиновой кислоты); по точности он соответствует вышеуказанным методам, но дает возможность вести анализ без прибора и из большей навески.

Выяснено влияние ванадия, вольфрама, молибдена, титана, свинца и олова на определение сурьмы в бронзах как фотоколориметрическим, так и объемным методами. Вредное влияние титана при фотоколориметрировании сурьмы устраняют прибавлением титана в нормальный раствор в количествах, содержащихся в анализируемом сплаве. Если в сплаве содержится ванадий, то сурьму следует определять только фотоколориметрическим или колориметрическим методами.

7. Предложен полярографический метод определения цинка в оловянистых баббитах при содержании его 0,01% и более.

Изучены условия отделения цинка от других элементов при использовании этого метода. Показана возможность отделения цинка от никеля экстракцией с эфиром в виде роданидного комплекса в нормальном растворе серной кислоты.

Исследованы лимоннокислые и виннокислые среды и рН-раствор при полярографическом определении цинка в присутствии никеля.

Разработаны метод определения цинка в свинцовистых баббитах при содержании его более 0,01% и полярографический

метод определения меди, кадмия, никеля из одной навески в свинцовистых баббитах ББ. В присутствии трех элементов каждый определяется с точностью $\pm 0,01\%$.

Методы предлагаются взамен электролитических, чем достигается экономия реактивов и времени без снижения точности результатов анализа.

По страницам заводских многотиражек

Прибор для измерения угла конуса головки болта

Проверка углов конусов головок болтов, имеющих жесткий допуск (1°), представляла большие трудности. Из-за невозможности проверить такой допуск шаблоном для этой операции применяли инструментальный микроскоп, причем на каждый замер затрачивалось не менее 5 мин.

В одном из цехов завода был сконструирован прибор, позволяющий проверять головки болтов быстро и с необходимой точностью.

Прибор работает следующим образом. Болт вставляется в подвижную втулку. Перемещение втулки при помощи системы рычагов передает показания величины конуса на индикатор. Отношение рычагов выполнено таким, что показания индикатора 0,01 мм соответствуют 1° угла головки измеряемого болта.

Внедрение прибора значительно повысило производительность труда рабочих и улучшило качество изготавливаемых болтов.

«Все для Родины», 1957, № 89

Механизация производственных процессов и модернизация оборудования

Коллективом завода проведена большая работа по механизации производственных процессов и модернизации оборудования.

В производство внедрены кокили с пневматическими механизмами для открывания и закрывания щек, а также с пневматическими устройствами для вынимания металлических стержней. Смонтированы заливочные подвесные пути для подачи металла от плавильных печей к кокилям для отливки блоков цилиндров. На заливочных путях впервые на заводе применены механизированные заливочные устройства с электроприводом. Все операции по транспортировке и заливке детали выполняет один рабочий. (До этого металл к кокилям подвозился на тележках вручную двумя рабочими; заливка производилась с кран-балки также двумя рабочими). На участке головок блоков внедрен подвесной конвейер, что позволило механизировать межоперационный транспорт и высвободило для других работ большое количество вспомогательных рабочих.

Смонтирована трехтонная плавильная печь модернизированной конструкции, которая на 10—15% производительнее аналогичных печей старой конструкции. Закончена первая очередь работ по централизации заливки земляных форм.

Отдел главного энергетика провел работу по замене откачки воды на двух скважинах с помощью обычной насосной станции откачкой глубинными насосами. В результате получено около 385 тыс. руб. годовой экономии.

В котельной освоена и пущена в эксплуатацию золоулавливающая установка. Сконструировано устройство для изготовления из золы кладочного цемента.

Однодисковая пила модернизирована на двухдисковую. Это дало возможность резко увеличить производительность обработки головок блоков и получить 90 тыс. руб. годовой экономии.

Работники механического цеха использовали гидрокопировальное устройство от токарных станков для модернизации револьверного станка. В результате повысилась производительность обработки детали сложного профиля. Введена в эксплуатацию полуавтоматическая установка для производства шлакоблоков, внедрен опытный станок для грунтоблоков и т. д.

«Знамя победы», 1957, № 27.

Модернизация пусковой системы пневмолотков

Пневмолотки всех марок имеют существенный недостаток: в них отсутствует регулирование пусковой системы. Это приводит к потерям сжатого воздуха и неполному использованию мощности молотка; кроме того, даже при незначительном нажиме на курок происходит мгновенное нарастание мощности, и регулировать силу удара невозможно.

Рационализаторы завода модернизировали пусковую систему пневмолотка. Ими разработан клинообразный пневмоклапан, позволяющий регулировать подачу воздуха, а вместе с тем и силу удара. При этом мощность молотка может нарастать от минимума до максимума. Когда курок доведен до упора, клинообразный клапан пропускает полную струю воздуха и инструмент используется на полную мощность.

Молотком с модернизированной пусковой системой можно расклепывать большие и малые заклепки, выполнять клепку тонких обшивок. Применение такого пневмолотка повышает производительность труда клепальщика и значительно уменьшает расход обжимков и обжимок.

Инструментальный отдел завода приступил к массовому выпуску новых пневмоклапанов с тем, чтобы в кратчайший срок завершить модернизацию имеющихся пневмолотков.

«Ворошиловец», 1957, № 90

Обработка инструмента паром

Для того, чтобы при воронении получить темную, толщинной в несколько микрон пленку, детали или инструмент часами обрабатывают в щелочных ваннах. Это вредный и дорогой процесс.

На заводе изучали возможность обработки инструмента паром. С этой целью к электропечи для газовой цементации подвели пар от сети. Для равномерного ведения процесса обработки в ней установили вентилятор, для измерения давления подаваемого пара — манометр. Затем в предварительно прогретую печь поместили металлическую корзину с инструментом и герметично закрыли крышку.

Через полтора часа обработка была закончена. В результате ее весь инструмент покрылся пленкой, похожей на воронение, но, как показали лабораторные исследования, имеющей несколько большую прочность. Весь процесс занял вдвое меньше времени, чем воронение. Намечено перевести на обработку паром весь инструмент.

«Заводская правда», 1957, № 131

Конструкторское бюро помогает цеху

Организованное при одном из цехов завода небольшое конструкторское бюро за время своего существования разработало более 200 различных конструкций. Спроектировано около ста штампов для пружинной клепки на прессах КП-405, КП-503, КП-501А и КП-602; разработаны различные виды скоб, клещей и рычажных обжимок к переносным пневмогидравлическим прессам ЗИД-3 и ЗИД-5; созданы приспособление для контроля резьб в накидных гайках и приспособление для контроля наружных резьб деталей.

Внедрен новый стружкоулавливатель. Собирающаяся в нем стружка цветных металлов отправляется прямо в переплавку.

Спроектирована моечная машина, снабженная устройством для автоматической промывки и выгрузки деталей. Одна такая машина заменяет на промывке серийных деталей трех человек.

Внедрение в производство всех этих конструкций дало большой экономический эффект.

«Машиностроитель», 1957, № 65

Опыт организации комплексных бригад по реализации темника для рационализаторов производства

Темник для рационализаторов предприятия должен направлять творческую инициативу коллектива на устранение узких мест, тормозящих работу участка или цеха в целом. Однако из-за неправильной практики составления он часто не включает наиболее злободневных для производства вопросов.

Почти на всех предприятиях существует следующий порядок составления темника: в БРИЗ из цехов и отделов поступают темы, которые работники часто дают больше из соблюдения формальности, чем из желания предложить рационализаторам решение вопросов, задерживающих развитие производства; кроме того, в него включают невыполненные темы из предшествующего темника. Основной фактор — снижение себестоимости от разработки и реализации каждой темы — обычно при составлении темника совершенно не учитывается.

Руководители БРИЗ в погоне за количеством тем часто не обращают внимания на качество. Так, в темнике одного из заводов на 1956 г. значилось: «Предложить способ механизации получения отверстий в деталях»; задание было сформулировано неконкретно и подаваемые на эту тему предложения по изготовлению штампов и протяжек пришлось отклонить из-за нецелесообразности их изготовления в связи с единичной формой производства деталей. На другом заводе темник на 1957 г. состоит из 77 листов. Рационализатору приходится тратить много времени на поиски в таком темнике интересующей его проблемы.

Подобные недостатки являются результатом того, что над составлением темников на предприятиях работают неудовлетворительно. По этой же причине из общего числа тем часто выполняется лишь 5—10%.

Руководство нашего завода по инициативе главного технолога т. Белявского поставило задачу создать темник, отвечающий перспективам дальнейшего технического прогресса производства. Разработанный темник на 1957 г. отличается от ранее издававшихся как по форме, так и по содержанию. Он выпускается в виде отдельных по группам цехов (механическим, заготовительным, агрегатным) плакатов, которые развешивают в этих цехах, благодаря чему перечень тем получает широкую гласность. В темник включены вопросы внедрения новой техники, отдельные организационно-технические мероприятия завода, требующие творческого решения, и план работ экспериментально-технических баз завода. Каждая тема предварительно подвергается обсуждению на отраслевых технических советах. Таким образом, в темник входят узловые вопросы, способствующие развитию производства.

После составления перечня тем приступают к подбору консультантов по каждой, учитывая их должности, с тем, чтобы они могли отвечать за реализацию темы в производстве.

В процессе работы многие консультанты стали руководителями творческих групп или комплексных бригад. Среди них можно отметить таких активистов, как начальник техбюро ОМО т. Шамшеев, начальник конструкторской группы ОКРС т. Роднянский, конструктор ОМО т. Ляликов и др.

В течение двух месяцев на заводе было создано 26 комплексных бригад, занятых разработкой и реализацией 29 тем. В состав бригад вошли инженерно-технические работники, новаторы, рационализаторы и т. д. Для создания материальной заинтересованности работников бригад определили примерную экономию от реализации тем и сумму планируемого вознаграждения. Например, от реализации темы «Механизация сверлильно-зенковальных работ» предполагается получить экономию 75 000 руб. Соответственно можно выплатить авторам за технический проект 5000 руб. Это вознаграждение авторы получают лишь после утверждения проекта. Для рассмотрения проектов каждую пятницу у главного технолога собираются технические руководители завода, причем они уточняют сумму

вознаграждения в зависимости от качества решения вопроса и степени его разработки. Так, группа под руководством конструктора т. Рубцова разработала проект по теме «Механизация давящих работ».

Авторами была предложена пневмогидравлическая установка к токарному станку для автоматического обжата деталей по болванке вместо ручных операций. В настоящее время эта установка уже изготавливается. Темником было предусмотрено от реализации темы получить экономии 175 тыс. руб., а за разработку ее выплатить вознаграждение 3000 руб. Однако в представленном проекте не была предусмотрена механизация подрезки материала, вследствие чего было вынесено решение выплатить авторам только 2000 руб.

Комплексной группой в составе старшего инженера экспериментального цеха т. Шатилова, начальника конструкторской группы ОКРС т. Роднянского, помощника начальника цеха по подготовке т. Мистюкова, начальника ТНБ т. Благих, слесарей тт. Черных и Безбородова, механизированы сверлильно-зенковальные работы при обработке нескольких деталей. Принят к изготовлению полуавтомат для запрессовки фибры в гайки, разработанный инженерами тт. Двеняниновым и Шакиным.

Внедрение автоматической горелки с переключением с холодного режима на рабочий дало экономии воздуха и ацетилена на сумму 18 000 руб. Применение операционного станка для сверления одновременно шести отверстий повысило производительность труда в шесть раз.

Комплексные бригады организуются на добровольном принципе. Каждая бригада получает план работы, утвержденный главным технологом завода. Он же устанавливает сроки внедрения работ, а за их соблюдением следят соответствующие технические службы завода.

Разработкой одной темы обычно занимается только одна комплексная бригада. Но в практике завода были случаи, когда над одной темой параллельно работало несколько бригад. Так, над темой «Механизация притирки специальных клапанов», имеющих сложную конфигурацию, работала комплексная бригада под руководством начальника участка т. Пенкина. В это время конструкторы тт. Востриков и Шалуев предложили другую схему, в корне отличающуюся от предлагаемой первой бригадой. Было решено устроить конкурс, на котором обсудить оба проекта: схема тт. Вострикова и Шалуева была одобрена и принята, а проект комплексной бригады — отклонен.

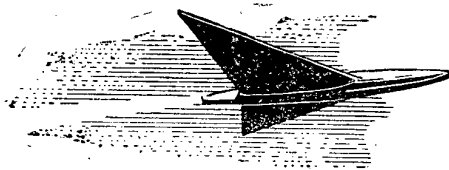
Опыт творческого объединения рационализаторов-изобретателей показал, как то, что иногда бывает не под силу одному человеку, с успехом и быстро может выполнить коллектив. Участие всех членов комплексных бригад в конструкторской разработке новаторских идей и во внедрении предложенный значительно сокращает сроки реализации мероприятий.

За четыре месяца на заводе разработано 13 тем, из них семь уже реализованы.

Порядок распределения премий между членами комплексных бригад устанавливается самой бригадой, причем не допускается уравниловка и исключается возможность иждивенчества одних членов бригады за счет других. С этой целью бригадир, учитывая результаты творческих работ и затрат времени каждым членом бригады, представляет список участников с распределением между ними суммы премии на утверждение всей бригады. Список должен быть принят большинством, после чего он передается в БРИЗ для оплаты вознаграждения.

В целях пропаганды результатов творческой работы комплексных бригад широко используются радиовещательная сеть завода, многотиражка, «молнии» цеховых стенгазет и т. п.

А. Я. Трипольский



Библиография

Книги и журналы

Самолеты

Некоторые вопросы технологии самолетостроения. Сб. статей под ред. проф. Д. В. Голяева. М., Оборонгиз, 1957, 115 с. (Моск. ордена Ленина авиационный ин-т им. С. Орджоникидзе. Труды ин-та, вып. 91).

В сборник включены четыре статьи: основные закономерности процессов свободной гибки листового металла; методы решения некоторых точностных задач, связанных с обеспечением взаимозаменяемости в самолетостроении; технико-экономическое обоснование выбора технологического процесса; расчет цикла технологической подготовки производства на серийном самолетостроительном заводе.

Для ИТР и студентов вузов.

Badré, P., Les méthodes nouvelles de production des avions. «Technique et Science aéronautique», 1957, N 1, p. 1—14.

Новые методы производства самолетов. Обзор технологических методов и конструктивных особенностей оборудования и приспособлений, связанных с производством монолитных панелей обшивки. Применение мощного кузнечно-прессового оборудования, специальных крупных фрезерных станков и травления вместо фрезерования. Методы сборки самолетов от обшивки. Предварительная подготовка монтажных работ на макетах.

Konstruktion und Fertigung eines neuzeitlichen Jagdflugzeuges. «Luftfahrttechnik», 1957, Bd. 3, N 3, S. 48—50.

Конструкция и производство современного истребителя. Описание практики фирмы Chance Vought Aircraft в области разработки технологии серийного производства и сборки в период проектирования самолета. Организация проверки порядка сборки на специальных моделях самолета и на поточной линии, выполненных в уменьшенном масштабе. Меры упрощения сборки. Отмечается предпочтительное использование легкого цветного металла. Применение химического фрезерования при обработке несущей обшивки крыла и направляющей ракетных снарядов.

Self-aligning countersinking. «Tooling», 1957, v. 11, N 2, p. 48—49.

Специальная установка для точного (концентричного)зенкования отверстий под заклепки в самолетных конструкциях. Установка разработана на авиационном заводе фирмы Glenn L. Martin (США). На установке одно отверстие зенкуется за 6—7 сек. вместо 30 сек. при работе ручным инструментом.

Tangermann E. J., How to make honeycomb sandwich. «Metalworking Production», 1957, v. 101, N 20, p. 835—44; N 22, p. 891—900; N 22, p. 937—941.

Изготовление слоистых панелей с сотовым наполнителем. Области применения конструкции с сотовым наполнителем. Методы изготовления сотовых материалов. Способы стабилизации сот во время механической обработки. Методы механической обработки сотовых материалов. Технология склеивания слоистых панелей. Контроль готовых изделий с помощью электроники.

Авиадвигатели

Дриггс И. Г., Ланкастер О. Е. Авиационные газовые турбины. Пер. с англ. М., Оборонгиз, 1957, 339 с.

Ряд сведений из термодинамики, газовой динамики и теории циклов газовых турбин. Методы использования энтропийных диаграмм для проведения расчетов. Характеристика газотурбинных двигателей и вопросы влияния характеристик двигателя на летные качества самолета. Обзор развития газотурбинных двигателей.

Книга может быть полезна для авиационных инженеров, работающих в области авиадвигателей и самолетов, а также для инженеров-энергетиков, специализирующихся в области газовых турбин.

Николаев Е. А. Программное управление процессом формообразования на металлорежущих станках. «Изобретательство в СССР», 1957, № 8, с. 30—32.

Недостатки электронно-вычислительной системы управления процессом формообразования и преимущества применения для этой цели системы управления посредством моделирования. Блок-схема формообразующего устройства, построенного на принципе непрерывного моделирования. Сравнение предлагаемой блок-схемы и существующей системы управления с применением цифровой электронно-вычислительной машины ИБМ-523, встроенной в систему электроуправления универсального фрезерного станка и предназначенной для обработки лопастей ротора компрессора и турбины реактивного двигателя.

Altman F. J. Profilage au laminoir de pièces devant résister aux hautes températures. «Machine Moderne», 1957, v. 51, N 575, p. 1—7.

Профилирование деталей из жаропрочных материалов на ковочных вальцах. Технические характеристики специальных ковочных вальцов усилием 1800 т для обработки нержавеющей стали, магния, алюминия и титана. Механический ковочный пресс усилием 9000 т. и гидропресс усилием 1000 т. Примеры обрабатываемых деталей: лопасти воздушных винтов из титановых сплавов.

Preston T. E. W. Inspection equipment for Sapphire jets. «Metalworking Production», 1957, v. 101, N 8, p. 315—20.

Оборудование для контроля деталей турбореактивных двигателей «Sapphire». Вопросы организации отдела технического контроля на заводе фирмы Armstrong Siddeley (Brockworth).

Описание оборудования, необходимого для контроля лопаток и профиля дисков газотурбинных двигателей. Установка для обнаружения трещин в деталях магнитным методом. Периодическая проверка контрольно-измерительных инструментов.

Preston T. E. W. Progress in turbine blade inspection. «Metalworking Production», 1957, v. 101, N 21, p. 879—84.

Достижения в области контроля лопаток турбины. Описание автоматической пятипозиционной машины для контроля геометрических параметров лопатки. Работа машины.

Rocket-motor tubes. «Aircraft Production», 1957, v. 19, N 6, p. 222—30.

Трубчатые корпуса ракетных двигателей. Описание метода аргоно-дуговой автоматической сварки листов из высокопрочной стали, разработанного на авиационном заводе фирмы Bristol Aircraft Ltd. специально для ракетных двигателей. Очистка поверхности обдувкой дробью перед сваркой. Краткое описание конструкции специальной сварочной машины для производства продольных швов на трубчатых корпусах ракетных двигателей и приспособлений для поддержания трубчатых конструкций в период сварки. Термообработка труб. Методы контроля готовых изделий.

Организация труда и производства

Андреев К. И. Механизировать сбор и использование металлической стружки. «Механизация трудоемких и тяжелых работ», 1957, № 8, с. 6—11.

Передовые методы механизированной уборки стружки и рациональной организации последующей ее переработки, применяемые в отечественной и зарубежной металлообрабатывающей промышленности. Используемое оборудование: инерционные и штанговые конвейеры для транспортировки стружки, стружкодробилки и брикетировочные прессы.

Ротштейн А. И. Методы измерения производительности труда в промышленности. М., Госстатиздат, 1957, 136 с.

Производительность труда и ее значение. Развитие и использование технической базы промышленности. Организация труда и производства. Теоретические основы измерения производительности труда. Практические методы измерения производительности труда, предпосылки их правильного использования.

Для работников промышленности, статистиков и экономистов, а также для партийного и хозяйственного актива предприятий.

Mc Gee J. D. Television technique applied to observation and control. «Transactions of the Society Instrument Technology», 1957, v. 9, N 1, p. 26—40.

Применение телевизионной техники для наблюдений и управления. Основные принципы телевизионных сигнальных генераторов. Описание передающей телевизионной трубки трех типов, используемых в настоящее время. Специальные примеры применения телевидения, а также используемое при этом оборудование.

Библиография — 25 названий.

Skolka Jiri. Moznosti statistického zkoumání ekonomické efektivity oprav a obnovy kovoobraběcích stroju. «Strojirenství», 1957, Sv. 7, N 5, Str. 379—83.

Возможность статистического анализа экономической эффективности ремонта и модернизации станков. Некоторые экономические проблемы, связанные с эффективностью ремонта и возобновления парка станков. Общие принципы методики оценки экономической эффективности капитальных вложений.

Расчет и конструирование машин

Дунаев П. Ф. Размерные цепи. М., Машгиз, 1957, 288 с.

Значение расчета размерных цепей для определения рациональных допусков. Методические вопросы расчета размерных цепей. Связь проблемы допусков с технологией производства

машин. Теория, методика и практика расчета размерных цепей. Примеры из практики станкостроения. Приложение содержит таблицы и схемы со всеми необходимыми данными для расчета размерных цепей.

Для широкого круга конструкторов и технологов-машиностроителей.

Гокун В. Б. Технологические основы конструирования в машиностроении. Изд. 2, перераб. М., Машгиз, 1957, 693 с.

Вопросы конструирования и технологии изготовления различными методами и способами заготовок и деталей машин и их сборки в их взаимной связи, исходя из технологических предпосылок их конструирования и технико-экономического обоснования.

Для конструкторов и технологов.

Металлорежущие станки. Под ред. проф. Н. С. Ачеркана. М., Машгиз, 1957, 1015 с.

Основной материал по вопросам устройства, кинематики и настройки, расчета и конструирования станков, гидрооборудования, их эксплуатации и испытания. Особое внимание уделено автоматизированным станкам и автоматическим линиям, а также важнейшим типам специальных станков инструментального производства.

Для ИТР и студентов машиностроительных вузов.

Материаловедение

Исследования некоторых резиновых и пластических материалов. Сб. статей под ред. И. Ю. Шейдемана. М., Оборонгиз, 1957, 81 с. (Моск. ордена Ленина авиационный ин-т им. С. Орджоникидзе. Труды ин-та, вып. 93).

Результаты исследования теплового расширения резин и влияния совместного действия всестороннего давления и температуры на их механические свойства. Влияние указанных факторов на резину, применяемую в качестве уплотнителей для агрегатов гидравлических систем самолета. Результаты исследования работ резиновых амортизаторов, рекомендации по выбору резин для них. Одна статья посвящена новой технологии получения термостойких пенопластов.

Киффер Р., Шварцкопф П. Твердые сплавы. Пер. с нем. М., Металлургиядат, 1957, 664 с.

Основные вопросы производства и применения металлосплавы, исследования их структуры и свойств, а также методы их промышленных испытаний. Способы получения, структура и свойства первичных компонентов твердых сплавов, новейшие теоретические взгляды о строении и межатомных связях этих веществ. Описание многих новых марок твердых сплавов.

Для научных работников, ИТР и студентов.

Чиркин В. С. Теплопроводность промышленных материалов. Справочное пособие. М., Машгиз, 1957, 172 с.

Справочное пособие для конструкторов-машиностроителей различных специальностей. Данные по теплопроводности для разнообразных твердых материалов, жидкостей и газов в широком интервале температур. Удельные веса, теплоемкость и другие теплофизические показатели многих веществ. Основные понятия о механизме процесса теплопроводности и зависимости коэффициента теплопроводности от свойств материала и температуры.

Литейное производство

Жевтунов П. П. Технология литейного производства. Литейные сплавы. Под ред. проф. Н. Н. Рубцова. М., Машгиз, 1957, 431 с.

Свойства литой стали, чугуна, медных, алюминиевых, магниевых и цинковых литейных сплавов. Плавка литейных сплавов. Шихтовые материалы.

Для ИТР и студентов вузов.

Пляцкий В. М. Литье под давлением. Изд. 3, перераб. М., Оборонгиз, 1957. 463 с.

Описание литейных процессов, осуществляемых с применением высоких давлений: литья под давлением, литья с кристаллизацией под поршневым давлением, штамповки жидкого металла. Вопросы усовершенствования литья под давлением в соответствии с последними исследованиями. Достижения в области изготовления уплотненного литья.

Для ИТР и студентов вузов.

Соколов А. Н., Липницкий А. М. Механизация работ по обрубке и очистке литья. М.-Л., Машгиз, 1957, 182 с.

Механизированные способы обрубки и очистки литья и применяемое оборудование. Схемы технологического процесса

для разных групп литья. Поточное производство в обрубных отделениях. Основные правила по технике безопасности.

Для рабочих, мастеров и технологов литейных цехов.

Фасонное литье медных сплавов. Под ред. Н. Д. Орлова. М., Машгиз, 1957, 207 с. (НТО Машпром. Литейная секция).

Сборник трудов научно-технической сессии по вопросам теории и практики фасонного литья медных сплавов. Сокращенное изложение докладов, освещающих опыт различных цветных литейных цехов по внедрению новых прогрессивных методов литья.

Для ИТР и студентов вузов.

В последних номерах основных машиностроительных журналов

«Вестник машиностроения», 1957, № 11

Лозинский М. Г. Развитие промышленного применения скоростной индукционного нагрева, с. 66—74.

Обзорная статья юбилейного номера журнала, посвященного достижениям советского машиностроения (главным образом, тяжелого и транспортного) за 40 лет. Практика и перспективы промышленного применения индукционного нагрева для поверхностной закалки стали, отпуска стальных изделий после закалки, нагрева заготовок для обработки давлением, сушки лакокрасочных покрытий и скоростной химико-термической обработки стали.

«Вестник машиностроения», 1957, № 12

Саксаганский Т. Д. О развитии поточного производства и его организации, с. 33—40.

Опыт советского машиностроения показывает, что внедрение потока дает повышение производительности труда в два раза и более и снижение себестоимости продукции на 25—30%.

Проблемы внедрения поточных методов и серийное, мелкосерийное и единичное производство. Значение типизации технологических процессов, стандартизации и нормализации узлов и деталей для распространения в производстве поточных методов. Повышение рентабельности предприятий путем совершенствования организации поточной работы.

Давыдов Б. С. Применение пневматических приборов для контроля шероховатости поверхности, с. 66—67.

Результаты исследований, проведенных во Всесоюзном научно-исследовательском институте мер и измерительных приборов для установления правильного применения пневматических приборов завода «Калибр», предназначенных для проверки чистоты поверхности от 4—5 до 8—9 класса. Преимущество пневматического контроля.

Четвериков С. С., Здротов Н. Н. Охлаждение резцов струей жидкости под давлением, с. 71—75.

Результаты комплексного исследования, проведенного в лабораториях резания МАМИ и Автозавода им. Лихачева по изучению влияния различных методов охлаждения на стойкость инструмента, на температуры и силы резания. Рекомендации по применению струйного охлаждения под давлением, проверенные двухлетней производственной практикой.

Ольжак А. А. Механизация уборки стружки, с. 75—77.

Описание системы механизированного удаления дробленой стружки из цеха, погрузка ее в специальные бункеры, а затем в железнодорожные вагоны. Система спроектирована и изготовлена на одном из машиностроительных заводов и успешно эксплуатируется с 1955 г.

«Станки и инструмент», 1957, № 11

Бахарев А. С. Контурная следящая система, с. 11—13.

Описание следящей системы для привода копировальных станков, которая в отличие от обычно применяемой электро-механической следящей системы с непрерывным управлением (пространственной) может работать автоматически по слож-

ному контуру. Схема и принцип действия контурной следящей системы при полуавтоматическом и автоматическом обходе контура. Методы определения точности копирования.

Дудинский В. Н. Гидроследящее приспособление к универсальному токарному станку, с. 13—14.

Схема и описание гидроследящего приспособления, применяемого для автоматизации обработки на токарных станках деталей сложного контура, как, например, обточка сферических поверхностей, радиусов перехода и других «криволинейных» поверхностей. Основное преимущество приспособления: при его использовании создаются такие же условия, как и при обычной работе на универсальных токарных станках; резец находится в том же резцедержателе и в том же положении; рабочий пользуется теми же рукоятками и юнгусами. Применение описанного приспособления позволило увеличить производительность станка до 50%.

Розно Н. А. Винтовые инструменты из твердых сплавов, с. 29—32.

Конструкции, особенности и методы изготовления винтовых многолезвийных инструментов из твердых сплавов с большими углами наклона режущих зубьев. Инструменты успешно применяются как при обработке обычных металлов, так и труднообрабатываемых жаропрочных, нержавеющей и закаленных сталей и сплавов, обеспечивая повышение производительности (при существующем оборудовании) в два—пять раз при одновременном увеличении стойкости. Этот новый вид режущего инструмента применяется на автоматических линиях.

«Приборостроение», 1957, № 11

Ушаков В. Б. О математических машинах непрерывного действия, с. 17—25.

Обзорная статья, кратко характеризующая перспективы и состояние производства отечественных аналоговых математических машин и вычислительных приборов, их краткие описания и фото, примеры их применения. Сравнительная таблица аналоговых математических машин непрерывного действия, выпускаемых для общего применения. Сравнительная таблица новых аналоговых математических машин большой мощности, выпускаемых в СССР, США и Англии. Ближайшие задачи отечественного математического машиностроения.

«Литейное производство», 1957, № 11

Комаров Л. Е. Об уплотнении литейных форм прессованием, вибропрессованием и вибрацией, с. 10—15.

Исследования уплотнения литейных форм различными способами, проведенные в литейной лаборатории МВТУ им. Баумана под руководством проф. Н. Н. Рубцова. Изучение механизма процесса уплотнения было проведено с применением слоенных форм и скоростной киносъемки. В результате выявлено, что прессование, а тем более прессование с вибрацией, является высоко экономичным, производительным и применимым для большого числа литейных форм различных размеров и конфигурации способом уплотнения. Данные способы уплотнения следует шире внедрять в промышленность, создавая соответствующие формовочные машины.

СОДЕРЖАНИЕ

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ	Стр.	ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	Стр.
Н. И. Андрианов. Особенности проектирования головной части фюзеляжа легкого самолета	3	М. П. Здоркина. Улучшение условий труда на участках серноокислотного анодирования	82
А. М. Крутиков. О панелях из стекловолоконистых материалов для теплоизоляции рабочих отсеков самолета	7	А. А. Новиков. Установка для автоматического испытания изделий на пробой	—
Л. Д. Арсон. Влияние технологических факторов на вес механически обрабатываемых деталей	9	ЗАВОДСКИЙ ОПЫТ	
В. С. Резниченко и Д. А. Хандрос. Применение прозрачных шаблонов при проектировании	13	Увязка мягких баков с контейнерами. А. В. Гмызин	83
А. М. Сапонов. Повышать удобство технического обслуживания самолетов	16	Облицовка штампов эпоксидными смолами. А. Н. Росс и Д. М. Береславская	84
ТЕХНОЛОГИЯ		Полуавтоматический гибочный штамп. Б. И. Шабаташ	86
Е. С. Сизов, А. Т. Копотов, Р. Х. Байтерьяков и В. И. Мельников. Изготовление крупногабаритных радиально-гофрированных труб	18	Пневматическая скоба. В. Г. Дельман	87
В. С. Гамбаров. Механизация сборочной оснастки	27	Пневматические ножницы ОП-135. Г. С. Полищук и З. С. Зайцева	88
А. А. Белянский. Механизация работ в литейном производстве	31	Установка для распрессовки прессформ. В. А. Дьяконов и А. Н. Ерусланов	89
А. П. Морозов. Скоростное резание на токарно-револьверных автоматах	33	Заделка тросов с применением трубок. В. С. Тарновский и З. А. Березин	—
В. А. Рыжкович. Комплексная автоматизация производства контактных пар	37	Бесканавочный метчик. Г. И. Эйзер и Л. В. Томашпольский	91
Г. М. Динабурский и И. Г. Криц. Механизация сборки наконечников шлангов	40	Дополнительный шпиндель к горизонтально-фрезерному станку. В. А. Белозеров	—
И. П. Гольдфарб. Механизация чугунолитейного отделения цеха	44	Усовершенствованная кондукторная втулка. А. М. Нестеренко	—
Л. Л. Лазарев и Г. Д. Земский. Операционные наладки с многолезцовыми державками	47	Разъемная круглая плашка. В. С. Романов	—
Ю. М. Иванов. Многошпиндельные головки для фрезерования шпоночных пазов в валах	49	Плавающий поводковый центр. В. С. Романов	92
К. Ф. Романов и С. А. Голубев. Влияние жесткости системы станок — деталь — инструмент на стойкость режущего инструмента при обработке жаропрочных сплавов	51	Токарное приспособление с быстростъемной центрирующей втулкой. Н. А. Олефир	—
М. С. Бич. Изготовление крупногабаритных ограничительных форм методом гальванопокрытий	58	Приспособление для нарезания зубьев борнапильников. А. М. Мокин	—
МАТЕРИАЛЫ		Электроконтактный контрольный прибор	93
И. И. Михалев. О прочности клевого соединения дуралюминовых деталей	61	Электромагнитный счетчик ходов. В. И. Семенов	94
З. И. Михеева и М. М. Гудимов. Органический триплекс	64	Улучшение конструкции воздухораспределителя пневмоцилиндра. В. А. Абушек	—
ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА		Кассета к осциллографу МПО-2 для фотобумаги шириной 120 мм. Г. М. Мартынов	95
А. А. Васильев. Организовать обучение рабочих широкого профиля для авиационной промышленности	67	Ускоренное производство высокопрочных чугунов. А. Е. Козюба, Е. Я. Жук, К. И. Калинович и Г. А. Сорокина	—
В. С. Григорьев. Унифицировать материалы для изготовления нормализованных деталей, улучшить их маркировку	72	ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА	
В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ И ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ		Развитие авиационной промышленности США. З. П. Румянцева	97
Б. В. Борщев. Из опыта рентгеновского контроля крупногабаритных деталей	76	Шлифование абразивными лентами. К. С. Митревич	99
Л. А. Никитин. Реле времени к установкам для спектрального анализа	79	Приспособление для сверления равномерно расположенных отверстий	104
Н. П. Поляков. Повышение стойкости режущего инструмента сульфидированием	80	Гибка с растяжением на станках фирмы Hufford	106
А. Ольхова и Л. Филиппова. Обеспечение герметичности деталей из магниевых сплавов	81	Хроника	108
А. Костицына и Л. Филиппова. Местная защита при анодировании	—	ИНФОРМАЦИЯ	
		В Научно-исследовательском институте технологии и организации производства	112
		Во Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов	113
		По страницам заводских многотиражек	115
		Опыт организации комплексных бригад по реализации темника для рационализаторов производства	116
		БИБЛИОГРАФИЯ	
		Книги и журналы	117
		В последних номерах основных машиностроительных журналов	119



Редакционная коллегия

С. В. Аврутин, А. Ф. Белов, В. В. Бойцов (главный редактор), В. И. Босторин, А. И. Евтихов, И. Г. Загайнов, А. А. Лапшин, В. П. Советов, И. И. Тарарухин, А. И. Тацкий, А. Т. Туманов
Заместители главного редактора А. И. Баранов и Р. Б. Крогиус

Адрес редакции: Москва, Центр, Уланский пер., 22, тел. К 6-02-58
Техн. редактор Н. В. Бибииков

Т 01201

Подписано к печати 2/1 1958 г.

Формат 60×92¹/₈=7,5 б. л.—15 п. л.

Типография Оборонгиза

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ОБОРОНИЗ

МОСКВА 1958

2

Экз. № 1823

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ГОД ИЗДАНИЯ

26

2

Февраль

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА 1958

В этом номере журнала

В разделе „Конструирование и расчеты“

О нормализации геометрических элементов лопаток. **В. А. Максимов и И. И. Наумов** (стр. 3).

К вопросу нормализации чертежей на лопатки турбины ГТД и определения точности размеров. **С. П. Бардашев** (стр. 6).

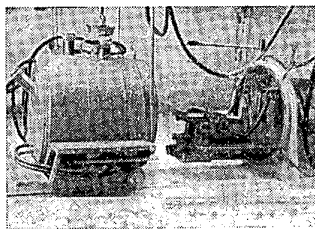
Статьи посвящены актуальной задаче унификации построения лопаток и технических требований к ним. Они публикуются в порядке обсуждения.

Уменьшение допусков у литых и штампованных деталей как резерв снижения веса самолета. **Н. И. Лобанов** (стр. 15).

В настоящее время вес литых и штампованных деталей в самолетостроении доходит до 30—50%. Изготовление этих деталей с большими допусками вызывает огромный привес, так как на серийных заводах почти все детали во избежание брака обрабатывают ближе к верхнему пределу допуска. В статье приводится ряд расчетов величины этого привеса и подчеркивается важность быстрее перехода на точное литье.

В разделе „Технология“

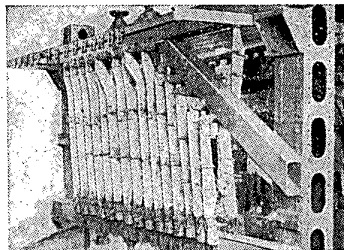
Литье лопаток из жаропрочных сплавов в вакууме. **А. В. Емяшев, А. М. Зубко, П. Д. Лаврентьев и др.** (стр. 18).



В статье описана новая технология вакуумной выплавки и отливки лопаток из сплава ЖСб, устраняющая брак по пленам и позволяющая использовать имеющиеся отходы. Выплавка производится в сконструированных на заводе и уже находящихся в эксплуатации высокочастотных вакуумных порционных печах.

Нормализация продольных балок сборочных приспособлений. **Б. Д. Протопопов** (стр. 24).

Значительная по металлоемкости часть сборочной оснастки — продольные балки — еще не нормализована, так как не было конструктивного решения, обеспечивающего надежное и быстрое крепление узлов к рамам стоек. В статье описана разработанная и введенная заводом новая система нормализованных элементов.

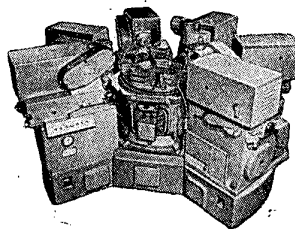


Унификация технологической оснастки — важный резерв производства. **Г. Б. Дейч и В. Н. Шахурин** (стр. 27).

До последнего времени на большинстве двигателестроительных заводов при переходе производства с одного объекта на другой или при модификации объектов применяемая технологическая оснастка заменялась новой, что вызывало удорожание продукции и удлинение сроков освоения изделий. В статье описана разработанная на одном из заводов унифицированная технологическая оснастка для обработки однотипных деталей, пригодная для применения на всех заводах.

В разделе „Зарубежная техника“

Силовые головки и агрегатные станки (стр. 84).

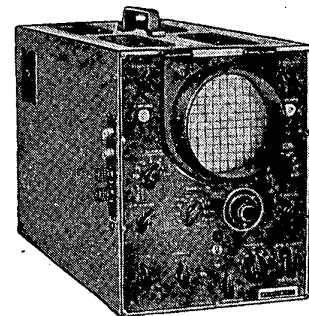


В обзоре на эту тему печатаются новые данные из зарубежных периодических изданий, вышедших после опубликования первого обзора в № 4 журнала за 1957 г., станок агрегатного типа, работающий по автоматическому циклу для фрезерования замков компрессорных лопаток; схемы силовых головок этого станка; полуавтоматический агрегатный станок для сверления и резбонарезания небольших деталей; силовые головки для него и др.

В разделе „На международных выставках и конференциях“

Осциллографическая аппаратура на Лейпцигской ярмарке (стр. 97).

Лейпцигская ярмарка 1957 г. была наиболее крупной из всех ярмарок, проводившихся в этом городе. В обзоре приводится описание экспонировавшейся на ярмарке радиотехнической аппаратуры: телевизионных осциллографов, малогабаритных, широкополосных, универсальных и двухлучевых осциллографов, универсальных индикаторов и др.



(Полное содержание см. в конце номера)

КОНСТРУИРОВАНИЕ и РАСЧЕТЫ

О нормализации геометрических элементов лопаток

(В порядке обсуждения)

В. А. МАКСИМОВ и И. И. НАУМОВ

Типовая простановка размеров на перо и замок лопаток и на пазы в дисках под замок

Широкое применение различных конструкций газотурбинных авиационных двигателей с многоступенчатыми осевым компрессором и турбиной явилось результатом творческой работы многих конструкторских коллективов. Каждый из них давал свои конструктивные решения проблем, возникающих при создании нового ГТД, и вносил свои особенности в конструкцию отдельных элементов двигателя, в частности, в конструкцию турбинных и компрессорных лопаток, количество которых в современных двигателях достигает 2,5—3 тыс. шт.

Массовость лопаток и значительная трудоемкость их изготовления (около 35% от общей трудоемкости изготовления двигателя) настоятельно требуют установления единства хотя бы в простановке размеров, в величинах допусков и в изложении технических требований на лопатки, выпускаемые разными ОКБ. Отсутствие такого единства значительно усложняет серийное производство лопаток, вызывает применение многообразных способов обработки, специальных оборудования и оснастки, изготовления большого количества специального режущего и мерительного инструмента. Технические требования к лопаткам часто разрабатываются исходя из условий их изготовления средствами ОКБ и в малых количествах, а не из условий массового производства.

Следствием этого является отсутствие нормализованного размерного ряда на геометрические параметры замков лопаток, нормализованных величин допусков.

Анализ размеров и допусков замков типа ласточкина хвоста у компрессорных лопаток существующих двигателей показал, что количество их разновидностей превышает 100 типоразмеров, частично приведенных в таблице. Значительный разноразмерный наблюдается не только в номинальных размерах, но и в допусках. Так, например, размер F дается как расчет-

ный с точностью до 3-го знака (№ 4, 5, 8 и др.) и как исходный с допуском, причем допуск колеблется от 0,017 мм (№ 34) до 0,035 мм (№ 19); по размеру E , при номинале с точностью до 2-го знака, допуск равен 0,3 мм (№ 3, 9, 15, 26, 27 и т. д.), а при точности номинала до 3-го знака — 0,039 мм (№ 28, 37).

Сама величина допуска на размер E колеблется от 0,03 мм до 0,3 мм, а в пределах одного и того же ОКБ — от 0,033 мм до 0,3 мм (ОКБ Е) или от 0,03 мм до 0,09 мм (ОКБ Г).

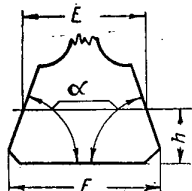
Аналогичная картина наблюдается при анализе замков елочного профиля турбинных лопаток, где количество типоразмеров превышает 30. Часто в двигателях одного и того же семейства новые лопатки имеют размеры замков, отличающиеся от ранее выпускавшихся. Такое же разнообразие наблюдается и в методах простановки размеров на перо лопаток.

В этих условиях чрезвычайно усложняется автоматизация контроля качества лопаток. Различные методы простановки размеров, допусков и разные технические требования к одним и тем же параметрам лопаток вызывают значительное увеличение номенклатуры контрольно-измерительных приборов. На подготовку производства новых двигателей затрачивается много времени и средств, так как приходится вновь проектировать и изготавливать почти весь режущий инструмент и оснастку. Лишь в очень незначительной степени оказывается возможным использовать оснащение от прежнего производства.

Все это указывает на срочность установления единой для всех ОКБ системы простановки размеров и допусков на лопатки газотурбинных двигателей, унификации элементов лопаток компрессоров и турбин и технических требований к ним. Известно, что за рубежом этим вопросам уделяется большое внимание.

и даже разработан и принят единый англо-американский стандарт на лопатки ГТД.

НИАТ совместно с ОКБ и заводами МАП разработан проект нормалей*, унифици-



Номинальные размеры и допуски замков типа ласточкина хвоста у лопаток компрессора ГТД

№ по пор.	ОКБ	F		E		α°	№ по пор.	ОКБ	F		E		α°
		номи- нальный	допуск	номи- нальный	допуск				номи- нальный	допуск	номи- нальный	допуск	
1	А	34	-0,02 -0,04	—	—	70	22	А	20	-0,02 -0,04	—	—	70
2	А	34	-0,025 -0,050	—	—	70	23	Г	19,64	—	16	+0,02 -0,01	70
3	Б	33	—	30,32	+0,2 -0,1	75	24	Ж	19,64	—	16	+0,01 -0,05	70
4	В	28,832	—	24,1	-0,045	70	25	Ж	17,576	—	14,3	+0,01 -0,035	70
5	Г	28,66	—	23,2	-0,02 -0,07	70	26	Б	17,03	—	14,35	+0,2 -0,1	75
6	Д	28	+0,013 -0,008	—	—	70	27	Б	17	—	14,32	+0,2 -0,1	75
7	А	26	-0,02 -0,04	—	—	70	28	В	16,096	—	13,184	+0,021 -0,018	70
8	В	25,796	—	20,7	-0,045	70	29	Ж	15,53	—	12,8	+0,025 -0,065	70
9	Б	25	—	22,32	+0,2 -0,1	75	30	Е	15,06	—	12,38	+0,2 -0,1	75
10	Г	23,04	—	19,4	+0,02 -0,01	70	31	Б	15,04	—	12,35	+0,2 -0,1	75
11	Е	23	—	19,36	+0,037 -0,008	70	32	Б	15,03	—	12,35	+0,2 -0,1	75
12	В	23	—	19,36	+0,025 -0,02	70	33	Б	15	—	12,86	+0,2 -0,1	75
13	Е	23	—	19,36	-0,045	70	34	А	15	-0,016 -0,033	—	—	70
14	Д	22	+0,013 -0,008	—	—	70	35	В	12,384	—	10,2	+0,024 -0,015	70
15	Б	20	—	17,86	+0,2 -0,1	75	36	Ж	10,62	—	8,8	+0,025 -0,065	70
16	Е	14,06	—	11,38	+0,2 -0,1	75	37	В	10,504	—	8,684	+0,02 -0,013	70
17	Е	14,05	—	11,37	+0,2 -0,1	75	38	Д	10	+0,03	—	—	70
18	В	14,048	—	11,5	+0,024 -0,015	70	39	Е	9,504	—	7,684	+0,029 -0,004	70
19	Д	14	+0,035	—	—	70	40	В	9,504	—	7,684	+0,02 -0,013	70
20	В	13,248	—	10	+0,024 -0,015	70							
21	Ж	12,548	—	10	+0,01 -0,05	70							

рующих систему построения пера лопаток, регламентирующих простановку размеров и допусков на эле-

* Проект разработала бригада в составе: И. И. Наумова, С. П. Бардашева, Н. А. Богданова, В. С. Власова, К. В. Шербакова, С. З. Копелева, А. А. Канцельского, И. В. Березина, Б. И. Пикалова, А. Л. Багрянцева, Н. И. Чаплина, В. В. Ларина, Ф. Ф. Зверева, Д. М. Осинкина, Н. И. Новичкова и др.

менты лопаток ГТД и вносящих единство в технические условия на них.

В основу нормали на геометрические параметры пера лопаток газотурбинных двигателей было положено несколько общих принципов, вытекающих из практики проектирования, изготовления и эксплуатации газотурбинных двигателей и учитывающих специальные исследования ЦИАМ в области прочности и газодинамики.

Во-первых, допуски на геометрические параметры пера лопаток должны основываться на единой и универсальной системе построения пера. Эта система должна позволить сочетать единые технические требования к точности пера лопаток, различных по назначению и конструктивному исполнению, со специфическими требованиями, обуславливающимися видом лопаток и способом их производства и контроля.

Во-вторых, учитывая неравномерность влияния отклонений отдельных геометрических элементов пера на показатели двигателя и надежность работы лопаток, необходимо так рассчитать технические требования, чтобы сочетать высокую точность и надежность лопаток с технико-экономическими условиями массового производства.

Для построения пера лопаток и соответствующего оформления рабочих чертежей выбрана единая комбинированная система координат:

а) текущая прямоугольная система координат на плоскостях поперечных сечений пера, в которой даются размеры профиля пера в соответствующих сечениях;

б) постоянная система прямоугольных пространственных координат, в которых задаются положения поперечных сечений пера относительно замка.

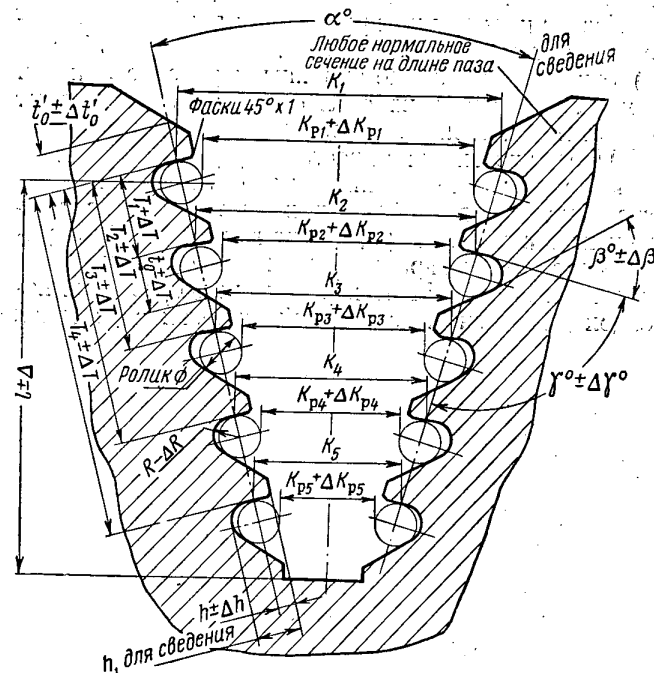
Как показал анализ применимости, эта система координат удовлетворяет требованиям,

предъявляемым ко всем видам лопаток существующих газотурбинных двигателей, включая самые сложные из них.

Типовое построение пера рабочих лопаток компрессора согласно разработанному проекту нормали показано на фиг. 1. В проекте нормали предусмотрено использование постоянной системы прямоугольных

Дальнейшими первоочередными и неотложными задачами являются:

а) разработка рекомендуемых величин допусков на основные элементы лопаток;



Фиг. 3. Простановка размеров и допусков на пазы в дисках для замка лопаток типа елки.

Технические требования:

Взаимное смещение и перекрещивание профилей зубьев пренебрежимо на длине паза не более

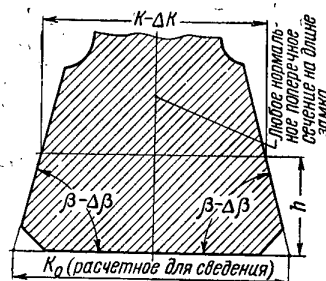
Отклонение от параллельности поверхностей впадин зубьев на длине паза не более

На нижней впадине, конструктивно отличающейся от других впадин, размер по роликам не проставляется.

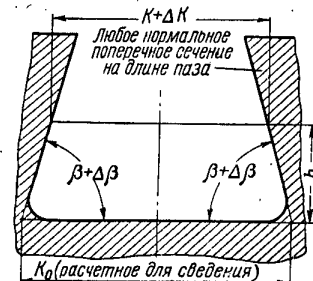
Примечание. Допускается выполнение фаски на головке зубьев по радиусам.

б) разработка типажа измерительных средств, обеспечивающих объективный контроль установленных параметров за счет более широкого использования лучших образцов имеющихся измерительных приборов и создания новых;

в) технологическое обеспечение разрабатываемой системы допусков, особенно в связи с проводимыми НИИТ и серийными заводами механизацией и автоматизацией технологических процессов обработки лопаток.



Фиг. 4. Простановка размеров допусков на замок лопаток типа ласточкина хвоста.



Фиг. 5. Простановка размеров и допусков на пазы в дисках для замка лопаток типа ласточкина хвоста.

Непараллельность боковых сторон паза по средней линии на длине паза не более...

Система простановки размеров и допусков, устанавливаемая данными нормами, должна быть использована для лопаток двигателей, изготовляемых в серийном производстве.

Порядок внедрения предлагается следующий:

а) привести чертежи лопаток в соответствие с нормалью;

б) с помощью имеющихся средств измерения проверить рекомендуемые нормально параметры на нескольких комплектах лопаток, признанных годными по действующим техническим условиям. Это позволит убедиться, насколько надежно контроль новых параметров обеспечивает качество лопаток, и уточнить нормаль.

К вопросу нормализации чертежей на лопатки турбины ГТД и определения точности размеров

(В порядке обсуждения)

С. П. БАРДАШЕВ

Простановка размеров, контроль и технические требования на изготовление лопаток в массовом производстве

Разработка прогрессивной технологии изготовления лопаток, а также способов и средств их контроля затрудняется в настоящее время ввиду отсутствия единых систем оформления чертежей на лопатки, простановки основных размеров, технических требований на изготовление, а также обоснованных,

проверенных в эксплуатации допусков. Известно, что система простановки предельных размеров в чертежах имеет большое значение, так как часто предопределяет последовательность технологических операций, не говоря уже о том, что она важна для расчета допусков и установления их взаимосвязи.

Качество лопатки зависит от увязки конструктивных, технологических и измерительных баз. Если все три вида баз удастся совместить в одну, то может быть достигнуто наиболее полное соответствие размеров лопатки чертежу.

Анализ оформления чертежей и существующих способов и средств контроля лопаток показывает следующее:

1. В ОКБ нет единой системы простановки размеров на чертежах лопаток турбины. В технических требованиях отсутствуют важные допуски на отклонения от геометрической формы пера по продольным и поперечным сечениям.

2. Применяемые на наших заводах способы контроля основных размеров лопаток не устраняют значительных погрешностей и в ряде случаев даже недопустимы в основном вследствие неточностей базирования.

3. Контроль профиля спинки и корыта пера лопаток профильными шаблонами и на индикаторных приборах (типа качалок) путем непрерывного контактного сличения с жесткими копиями является комплексным, не учитывающим самостоятельную погрешности изготовления по смещению профиля, продольной изогнутости и закрутки. Такой контроль усложняет технологию массового производства лопаток.

4. Применяемые в опытном и серийном производстве методы и средства цехового контроля лопаток нецелесообразны для массового выпуска последних ввиду недостаточной производительности; нерациональны также комплексные способы контроля, требующие проверки всех точек профиля у 100% лопаток.

По этим причинам, в соответствии с принципами массового производства, разработана единая нормаль на лопатки*, устраняющая разноречивость в системах оформления чертежей; наряду с этим уточнены технические требования на изготовление лопаток, назначены оптимальные дифференцированные допуски на элементы пера и созданы новые способы и средства контроля.

Теоретические и практические исследования показывают, что для измерения детали, так же как и для ее изготовления, требуется выбрать систему отсчета, связав ее с базисными поверхностями, от удачного выбора которых будет зависеть точность измерения. Точность размеров деталей определится первичными (независимыми) и суммарными (функциональными) погрешностями геометрического характера, устанавливаемыми на основании эксплуатационных требований. Допустимая величина суммарных погрешностей выявится тогда, когда будет определена функциональная зависимость между различными параметрами детали или двух сопряженных деталей.

Поскольку размеры лопаток не могут быть определены с заданной точностью без наличия надежных измерительных баз, рассмотрим сначала последний вопрос.

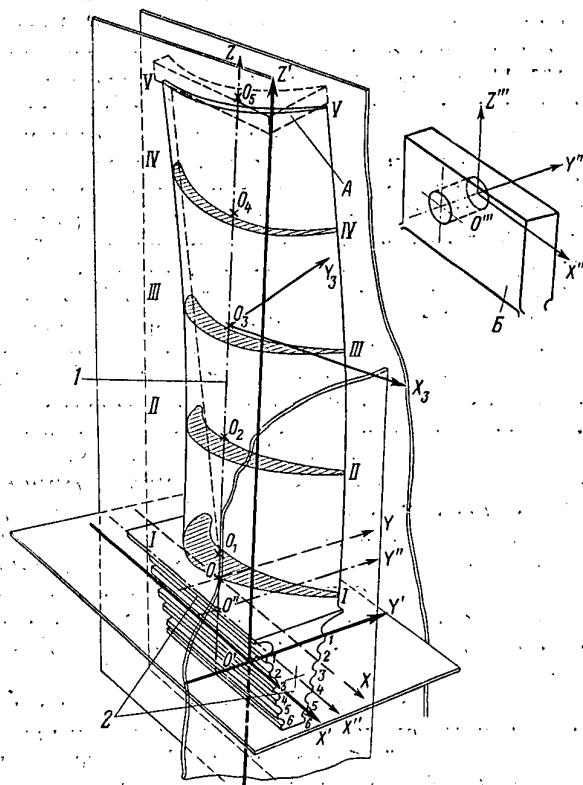
Геометрическое построение лопатки и отсчет ее

* См. статью Максимова В. А. и Наумова И. И. в этом номере журнала.

размеров (фиг. 1) обычно ведут в прямоугольной системе координат. Однако для лопатки можно взять несколько таких систем координат, не равноценных друг другу.

Условная координатная система $OXYZ$ является наилучшей при построении чертежа пера и замка лопатки.

В этой системе ось OZ является осью поворота поперечных сечений пера, а плоскость OXY нормальна



Фиг. 1. Система отсчета размеров в лопатке турбины.

1—ось поворота сечений пера; 2—технологические базы на замке; А и Б—формы технологических баз на конце пера. $OXYZ$ —условная система координат для определения размеров пера и замка (используется при построении чертежа); $O'X'Y'Z'$ —действительная система координат для определения размеров и взаимного положения пера и замка (используется при изготовлении и контроле); $O''X''Y''Z''$ —условная система координат для елочного соединения лопатки и диска (используется при контроле «качки» и расчете допусков в соединении); $O'''X'''Y'''Z'''$ —действительная система координат, используемая при изготовлении лопатки вместе с системой $O'X'Y'Z'$ и контроле.

к этой оси и проходит по средним линиям зубьев $I—I$. Так как плоскость OXY разделяет две различные геометрические фигуры лопатки, то начало отсчета размеров и нумерацию сечений пера и зубьев елочного замка удобнее всего вести от нее. Поскольку перо турбинных лопаток (так же как и компрессорных) имеет закрутку, простановку размеров профилей сечений пера удобнее выполнять в плоскостях $O_1X_1Y_1...O_3X_3Y_3$ или, в общем случае,— $O_iX_iY_i$.

Длину пера, размеры входной кромки от оси поворота сечений, ширину пера, закрутку и изогнутость пера, размеры и геометрическую форму профиля сечений удобнее контролировать в системе координат $OXYZ$ и $O'X'Y'Z'$. Толщину профиля в фиксированных точках (или во всех точках) по ширине пера можно проверить только в этой же системе координат, так как контроль толщины пера или профиля должен осуществляться таким образом, чтобы оси измерительных наконечников были расположены нормально к контролируемую поверхность. Допустимое отклонение от нормали обычно не превышает $8-15^\circ$. Последнее обстоятельство позволяет для лопаток с углом закрутки пера $20-30^\circ$ принять для пера одну систему координат, повернутую относительно замка на половину угла закрутки пера.

Если размеры поставлены в системе координат $OXYZ$ и $O'X'Y'Z'$, то изготовление и контроль профиля сечений не вызывают никаких затруднений.

На наших заводах за базы принимаются:

а) зубчатый профиль с одной стороны елочного замка и база A — при обработке и контроле пера;

б) зубчатый профиль с обеих сторон замка — при полировке и контроле корыта (база A отрезана);

в) одна впадина зубьев замка со стороны корыта и небольшая поверхность в конце пера — при полировке и контроле спинки (база A отрезана);

г) технологические плоскости $O'X'Y'$ и $O'Y'Z'$ на замке и база B с отверстием — при обработке и контроле спинки и корыта;

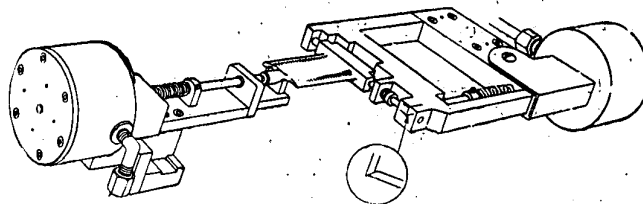
д) технологические плоскости $O'X'Y'$ и $O'Y'Z'$ в системе координат $O'X'Y'Z'$ на замке и в конце пера — при обработке и контроле пера. База в конце пера имеет отверстие для фиксации лопатки от продольного смещения вдоль оси OZ .

Погрешности изготовления и контроля во всех рассмотренных случаях неодинаковы, ввиду различных погрешностей базирования. Наименьшую погрешность базирования можно получить в том случае, если технологические базы на замке и пере будут лежать в двух плоскостях системы координат $O'X'Y'Z'$. При этом фиксация по оси OZ при обработке пера и замка производится в торец базы B , а при контроле пера и замка — за какую-либо пару зубьев замка.

Однако база с отверстием, находящаяся в конце пера, ввиду необходимости надежного крепления лопатки, конструктивно более проста и технологична, чем база без отверстия. Для обеспечения требуемой точности контроля приходится выдерживать с довольно высокой точностью размер от плоскости $O'X'Y'$ до оси отверстия во всех приспособлениях, применяемых при обработке лопатки.

Следует указать, что реальная система координат $O'X'Y'Z'$ наиболее подходит для обычного технологического процесса обработки пера и замка, предусматривающего значительный съем металла, когда требуется высокая жесткость технологических баз. Однако принятие этой системы для построения чертежа мало оправдывается, поскольку, например, размеры входной кромки и ширина пера по сечениям не могут быть проконтролированы в системе координат $O'X'Y'Z'$, учитывая нежелательное влияние закрутки пера на результаты измерений.

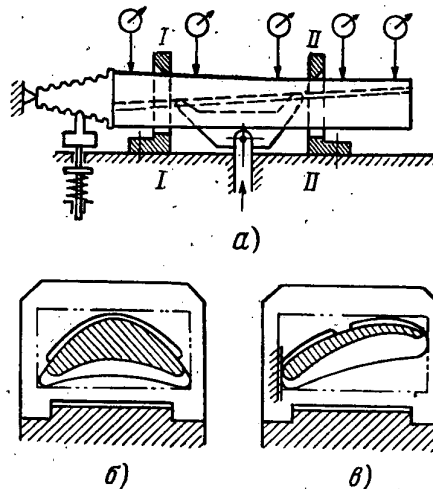
При другой технологии, обуславливающей небольшой съем металла на пере, возможны и другие варианты баз, например база в виде трех центров (фиг. 2) в условной системе координат $OXYZ$ или $O'X'Y'Z'$ (см. фиг. 1).



Фиг. 2. Наиболее точное и простое базирование лопаток на измерительной позиции прибора.

В этом случае условная система координат станет реальной и может быть принята за единую координатную систему для построения чертежа, обработки и контроля. После отрезки технологического припуска в конце пера условия контроля размеров пера, его геометрической формы и взаимного смещения профилей замка ухудшатся, повторный контроль этих параметров в массовом, а также, по-видимому, в серийном и опытном производстве будет нецелесообразным.

В случае изготовления турбинных лопаток без припуска по перу при контроле профиля спинки (или



Фиг. 3. Контроль пера без технологических баз.

а — способ фиксации лопатки в торец или впадину замка при контроле профиля спинки; б и в — наилучшее расположение установочных поверхностей соответственно у замка (сечение I—I) и в конце пера (сечение II—II).

корыта) пера необходимо базировать лопатку на контролируемый профиль, как показано на фиг. 3. Для фиксации лопатки в продольном и поперечном направлениях должны быть предусмотрены две точные фиксирующие поверхности: одна — на замке, а другая — в конце пера (фиг. 3, а, в). Ввиду влияния погрешностей геометрической формы пера, особенно

погрешностей по закрутке $\Delta\Gamma^*$ и кривизне контура $\Delta K(Ш)$, базирование нужно вести на три точки или три небольшие поверхности. Конструкция важного устройства и измерительного блока прибора при подобном методе базирования будет более сложной, чем при базировании на специальные технологические базы. В этом случае погрешность базирования может быть значительной, поскольку в нее включаются погрешности положения входной и выходной кромок и сноса профиля. (В компрессорных лопатках с незначительной кривизной контура пера и закруткой его до 60° и более понадобятся две фиксирующие поверхности для предотвращения поперечного смещения.)

Для примера рассмотрим влияние перекосов средних линий зубьев замка относительно базовых поверхностей системы координат $O'X'Y'Z'$ (фиг. 4) на погрешность толщины пера, возникающую при обработке, с базированием на одну сторону, зубчатого профиля елочного замка. Средние линии зубьев, проходящие в точках A и B , параллельны согласно принятому условию, оси OX и лежат в одной горизонтальной плоскости $O'X'Y'$. В результате погрешности изготовления эти точки займут положение $A'B'$. При этом средние линии зубьев могут быть не параллельны горизонтальной плоскости $O'X'Y'$ и не перпендикулярны вертикальной $O'Y'Z'$. Углы же ω и τ изменятся на величину $\Delta\omega$ и $\Delta\tau$.

Отклонение от перпендикулярности средних линий зубьев $90^\circ \pm \Delta\omega$ к вертикальной плоскости $O'Y'Z'$ обнаруживается в виде непараллельности (перекрещивания). Если $\Delta\omega = 0$, а точки A и B не будут лежать в горизонтальной плоскости $O'X'Y'$, то профили замка сместятся по оси OZ на величину $\Delta Z_{\text{л}}$. Отклонения по углу τ вызовут отклонения от параллельности по толщине замка и поворот пера относительно замка в горизонтальной плоскости OXY , перпендикулярной оси поворота сечений пера. Углы $90^\circ \pm \Delta\omega$ и $90^\circ \pm \Delta\tau$ нельзя проверить без базовых плоскостей $O'X'Y'Z'$, поэтому не будет выявлен перекося профилей замка со стороны спинки и корыта по отношению к перу. Подобное положение наблюдается при полировании корыта пера на базе всего профильного замка, т. е. обоих его зубчатых профилей, и обработке спинки на базе одной впадины зубьев замка со стороны корыта и небольшой поверхности корыта в конце пера. Если при обработке корыта влияние перекрещивания (или «ножниц») зубьев профилей замка усредняется двусторонним профильным зажимом, то при обработке спинки усреднения не получим, что приведет к ошибкам изготовления и увеличению или уменьшению толщины пера вблизи входной и выходной кромок **, которые не будут замечены ввиду отсутствия контроля и допусков на толщину пера у кромок. Для уменьшения этих погрешностей целесообразно контролировать толщину пера и углы ω и τ , применяя одну и ту же базу на замке и в конце пера.

* Все символы расшифрованы в приложении 1.

** В настоящее время этот вид погрешности полностью выявляется при одновременном контроле профилей сечений спинки и корыта прибором, ПОМКЛ-3, разработанным НИИТ.

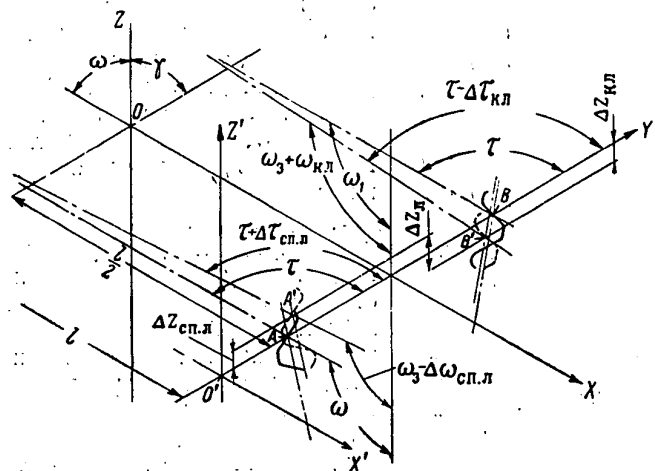
Перекрещивание и взаимное смещение профилей елочного замка вдоль средней плоскости OXZ без вспомогательных баз $O'X'Z'$ дадут для точек A и B погрешность.

$$\Delta Z_{\text{л}} = \Delta Z_{\text{сп.л}} + \Delta Z_{\text{к.л}},$$

где $\Delta Z_{\text{сп.л}}$ — перекося средней линии, определяемый точками AA' со стороны спинки лопатки;

$\Delta Z_{\text{к.л}}$ — перекося средней линии, определяемый точками BB' со стороны корыта лопатки.

В турбинных лопатках допуски на основные размерные параметры пера и его положения относительно замка не поддаются обычному расчету и



Фиг. 4. Погрешности замка по взаимному смещению и перекрещиванию профилей. Углы ω и τ равны 90° .

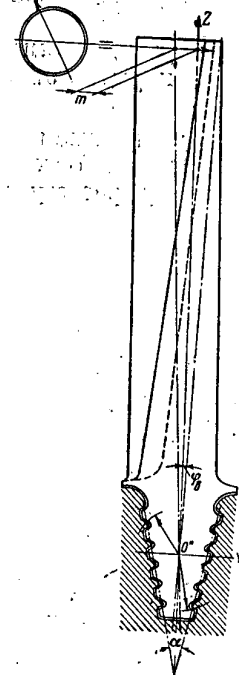
устанавливаются, исходя из газодинамических и механических показателей.

Допуски же на размеры замка лопатки и елочного соединения лопатки и диска (шаг, угол профиля, толщина зубьев по средней линии, перекрещивание профилей) определяют расчетом, на основе допустимых напряжений в элементах соединения. Эти допуски должны быть увязаны с суммарными допусками. Взаимосвязь допусков на элементы елочного соединения выявляется при определении суммарной погрешности и назначении суммарных допусков. Так, например, поскольку точность елочного подвижного соединения наиболее полно определяется показателем точности через угол поворота φ лопатки в диске (фиг. 5), в виде «качки», измеряемой в конце пера через размер t , угол поворота является основным суммарным показателем точности, и для него необходимо найти функциональную связь с элементами данного соединения. В свою очередь, этот угол будет зависеть от суммарных допусков на замки лопатки и диска, которые также могут быть определены.

Анализ елочного соединения замков лопатки и диска выгоднее вести от второй условной системы координат $O''X''Y''Z''$ (см. фиг. 1), в которой ось $O''X''$ можно условно принять за ось поворота замка

лопатки в замке диска и использовать в расчете посадки подвижного соединения и допусков. Эту же систему координат можно применить в случае определения смещений оси поворота сечений пера относительно замка.

Рассмотрим наиболее важные технические требования к точности изготовления лопаток, влияющие на качество их работы и на взаимозаменяемость. Автор употребляет термин «показатель точности», под которым понимается совокупность признаков, характеризующих качественную сторону изделия и удовлетворяющих главным эксплуатационным требованиям, например, в отношении кинематики (плавность хода, точность угла поворота и т. п.), прочности, газодинамики, геометрии (точность размеров), технологии и т. п. Показатель точности охватывает:



Фиг. 5. Поворот лопатки («качка») и его контроль.

1. Предписанную точность или допуск, т. е. допускаемое предельное значение погрешности изготовления, определяемое аналитически или эмпирически на основании точного исследования условий работы деталей и фактической точности их изготовления.

2. Фактическую точность, т. е. различные числовые значения, характеризующие точность выполненных размеров, например отношение величины полученной погрешности к допуску, среднее ее значение, среднее квадратичное отклонение и т. п. Фактическую точность определяют исследованием запроектированного технологического процесса обработки детали методами математической статистики с помощью соответствующих способов и средств контроля.

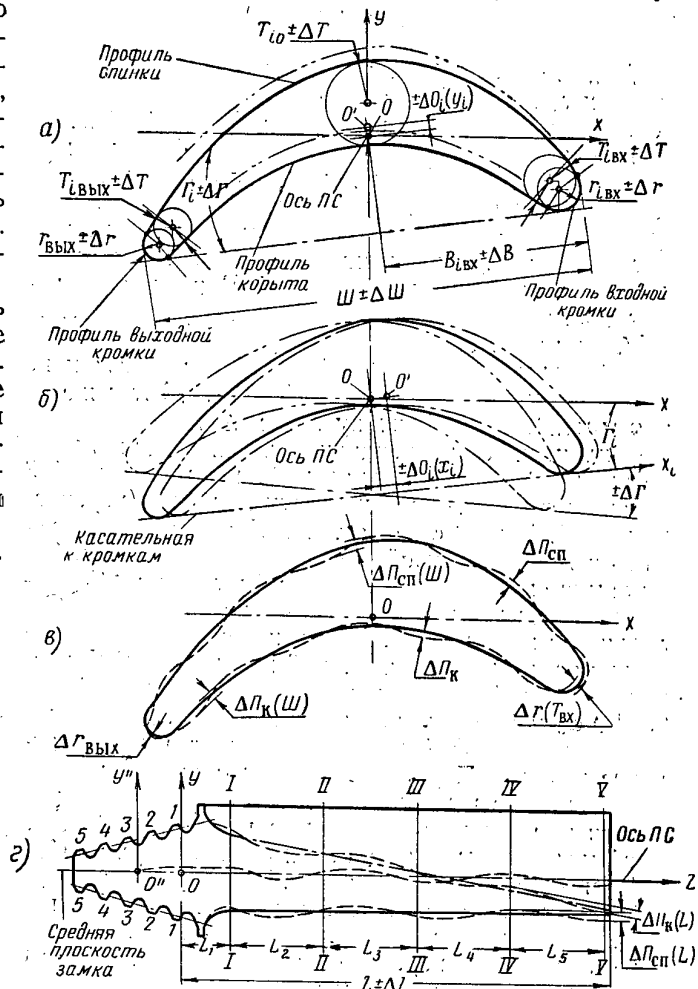
Показатель точности выражается в форме наименования, определения, обозначения или в виде числовых значений. Этот показатель необходим при аналитических исследованиях, помогающих составить представление о точности всей детали, ее элементов или соединения двух деталей. Таким образом, это понятие значительно шире понятия «допуск».

О точности детали или соединения двух деталей можно судить по геометрическим * показателям точности. Для лопаток, например, необходимо определить точность размеров пера и замка, их взаимного расположения, а также точность «елочного» соединения лопатки и диска. Количество используемых показателей точности и способы их контроля зависят от уровня технологии.

Рассматривая геометрическую форму пера переменной жесткости, можно выявить значительное ко-

личество различных погрешностей, возникающих по различным причинам: при литье, штамповке, механической обработке, естественном старении и т. п.

Погрешности контуров сечений пера (фиг. 6) можно охватить одним показателем точности ΔK , если контролировать весь контур на проекторе, по способу светового сечения, или же воспроизводить этот контур на стекле. Однако данные способы в массовом производстве пригодны только для выборочного контроля. Ввиду желательности максимальной механизации и стабильности технологического процесса, особенно в массовом производстве, удобнее контро-



Фиг. 6. Характерные примеры погрешностей пера в поперечных сечениях и по длине.

а—смещение профиля сечения в направлении оси OY и места контроля толщин $T_{\text{вых}}$, T_0 , $T_{\text{вх}}$; б—смещение профиля сечения в направлении оси OX и погрешность угла поворота; в—погрешности контура в виде отклонений от размера ΔP_c или от геометрической формы $\Delta P_{\text{сп}}(Ш)$; г—погрешности по длине пера.

лировать не контур, а его части, т. е. профили спинки корыта и входной и выходной кромок, а также кривизну, ширину и толщину профиля сечения в наиболее выгодных фиксированных точках, используемых для определения толщин $T_{\text{вых}}$, T_0 , $T_{\text{вх}}$. Наимень-

* Негеометрические показатели точности в статье не рассматриваются.

шее количество точек, определяющих размеры и положение профиля сечения относительно оси замка* или баз, как известно, равно восьми. Номинально точки O всех сечений пера лопатки должны лежать на одной оси, что важно для нормальной работы лопатки; однако вследствие погрешностей изготовления эту точку могут занимать различные положения, допустим O' (фиг. 6, а, б), в результате чего образуется волнистость (фиг. 6, г) поверхности корыта и спинки (в массовом производстве вероятнее всего будет наблюдаться изгиб оси поворота сечений, определяемый по крайним точкам в первом и последнем сечениях).

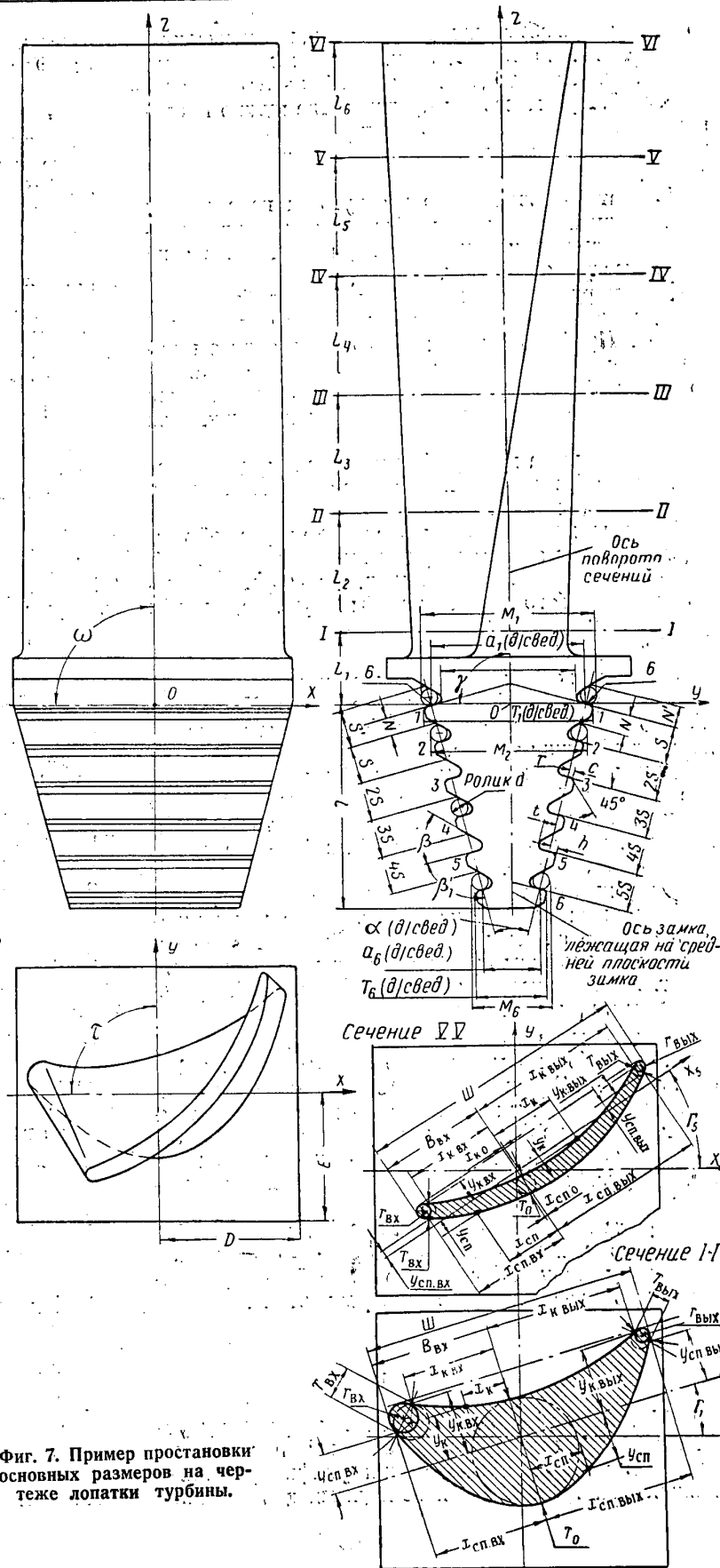
В елочных замках лопатки и пазах диска посадка и взаимозаменяемость соединений зависят от погрешностей изготовления толщины замка по средней линии зубьев; шага по рабочим сторонам зубьев; толщины зубьев по средней линии; высоты зубьев от средней линии; угла профиля зубьев и взаимного расположения елочных профилей вдоль оси OZ .

В соответствии с приложением 1 даются перечень и обозначения основных геометрических показателей точности пера, замка и соединения лопатки и диска.

Предлагаемые автором показатели точности вносят в существующую систему оценки качества ряд улучшений, облегчающих организацию массового производства лопаток.

Уточнение показателей точности профиля сечения устраняет путаницу в понятии «погрешность профиля». Существует два вида погрешностей профиля: ошибки измерения контура профиля в отдельных точках ΔK и ошибки геометрической формы профиля, характеризующие разность двух измерений по ширине профиля пера $\Delta K(III)$. Показатель точности $\Delta K(III)$ очень важен в условиях массового производства лопаток для контроля геометрической формы профиля спинки или корыта по крайним точкам. В существующих чертежах допуск на волнистость между сечениями не оговорен. Предполагается, что этот вид погрешности должен лежать в поле допуска на профиль. Данная погрешность проверяется у всех лопаток визуально по световому эффекту и сличением с эталоном на ощупь. Не-

* Ось замка — биссектриса угла α в каком-либо сечении, перпендикулярном средним линиям зубьев. Средняя плоскость замка проходит через биссектрисы углов α (см. фиг. 5).



Фиг. 7. Пример простановки основных размеров на чертеже лопатки турбины.

обходим более объективный контроль, так как фактическая величина волнистости, которая может быть меньше или больше допуска на профиль, остается неизвестной. При массовом производстве нужно проверять стабильность технологического процесса и стойкость оснастки, для чего необходим контроль волнистости.

Показатель точности по изогнутости пера между его крайними сечениями необходим, так как возможно коробление при получении пера без припуска на механическую обработку.

К размеру толщины профиля S_{\max} добавляются еще два размера толщины у входной и выходной кромок. Профиль сечения наилучшим образом характеризуется толщиной по оси поворота сечений и по входной и выходной кромкам. Эти размеры исключительно важны для повышения качества лопаток.

Контроль шага по нерабочим сторонам зубьев важен для обеспечения полной взаимозаменяемости елочного соединения.

Следует упомянуть о том, что в ряде чертежей размеры толщины зуба и ширины впадины по средней линии проставляются неравными, т. е. $N_s \neq N_b$. Обычно для любого вида резьбы принято, чтобы

$$N_s = N_b = \frac{S}{2}.$$

Профиль же елочного замка можно сравнить с упорной резьбой. Всегда можно делать N_s равным N_b , что компенсирует изменения толщины замка $a_{\text{ер}}$ по средней линии зубьев.

Допуск на взаимное смещение Δz и перекрещивание профилей $\Delta \omega$ елочного замка целесообразно назначать и контролировать суммарно, так как Δz контролируется только по оси OZ , а $\Delta \omega$ — по краям замка на его длине.

Описанные системы отсчета размеров и теоретических показателей точности позволяют рекомендовать единую систему простановки размеров по основным параметрам лопатки турбины в соответствии с фиг. 7 и техническими требованиями к ней, приведенными в приложении 2.

Изложенные в статье вопросы относятся к первому этапу работ по улучшению массового производства лопаток. Задачей второго этапа является разработка рациональных допусков по показателям точности, исходя из фактической точности изготовления лопаток, точности лопаток, отработавших положенный ресурс, и результатов газодинамических испытаний.

Вопросы техники контроля лопаток, т. е. способов и средств цехового контроля, хотя и относятся к третьему этапу работ, однако в какой-то мере должны быть разрешены уже на первом этапе.

Выводы

1. Массовое производство лопаток требует улучшения системы построения чертежей, простановки размеров на них и составления унифицированных технических требований, необходимых для создания

нормали, а также решения вопросов правильного базирования лопаток при изготовлении и контроле.

Для построения чертежа лопатки, вне зависимости от технологического процесса, может быть рекомендована, как наилучшая, условная система координат $OXYZ$ и $O_iX_iY_iZ$ с началом отсчета по оси OZ от плоскости OXY , проходящей по средним линиям зубьев I—I (см. фиг. 1).

У компрессорных лопаток, имеющих ось поворота или закрутки сечений пера, также выгоднее проставлять размеры в этой же системе координат, с началом отсчета от плоскости OXY , проходящей по подшве замка типа ласточкина хвоста.

2. Выбор и назначение технологических баз связаны с припуском под обработку. Чем больше припуск, тем жестче должны быть технологические базы. Лучше всего, если базы совпадают с условной системой координат. В этом случае система становится единой при построении чертежа, обработке и контроле.

3. При обработке лопаток с большим припуском по перу следует использовать систему координат $O'X'Y'Z'$, проходящую по технологическим базам. При контроле может быть использована как эта система, так и система $O_iX_iY_iZ$.

4. Лопатки с малым припуском по перу лучше всего базировать по трем центрам, расположенным в плоскости OXY системы координат $OXYZ$. В этом случае условная система координат становится реальной.

5. Для лопаток без припуска по перу базирование при обработке замка следует вести (несмотря на увеличение погрешности) по трем точкам или по трем небольшим поверхностям на пере.

6. Правильность и стабильность обработки лопаток должны контролироваться по всем основным параметрам (за исключением толщины замка, шага зубьев, толщины, ширины и длины пера, радиусов входной и выходной кромок) от надежных технологических баз.

7. После изготовления пера лопаток и отрезки технологической базы в конце пера повторный контроль пера по всем параметрам нецелесообразен. Достаточно проверить профиль спинки или корыта одного сечения в конце пера.

При необходимости проверить перо и выявить погрешности, возникшие в результате коробления или под влиянием механических сил и высокой температуры в двигателе, за базу при контроле можно принять замок или перо с учетом погрешностей базирования.

8. Контроль контура профиля сечений пера в массовом производстве должен проводиться выборочно, на приборах, отличающихся от операционных, в отдельных фиксированных точках.

9. В чертежах лопаток для параметров и технических условий следует ввести показатели точности, представляющие собой более широкое понятие, чем допуск, и точно отражающие требования к качеству изготовления лопаток.

Приложение 1

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ

А. Лопатка

I. Перо лопатки

1. Отклонение действительных точек контура поперечных сечений пера от номинального положения (отклонения толщины, ширины и геометрической формы действительного контура по сравнению с контуром, выполненным в соответствии с теоретическими размерами). ΔK
- Отклонения точек профиля частей контура от номинального положения:
 - а) спинки $\Delta P_{сп}^*$
 - б) корыта ΔP_K
 - в) входной кромки $\Delta r_{вх}$
 - г) выходной кромки $\Delta r_{вых}$
2. Отклонение геометрической формы средней линии контура** от номинальных размеров (условно контролируется через поверхности спинки и корыта на заданном участке по ширине пера) $\Delta K (Ш)$
- Отклонения от геометрической формы профиля частей контура (фиг. 6, а):
 - а) спинки $\Delta P_{сп} (Ш)$
 - б) входной кромки $\Delta r (T_{вх})$
 - в) выходной кромки $\Delta r (T_{вых})$
3. Отклонения от геометрической формы профилей продольных сечений пера. Эти отклонения характеризуют погрешность профилей спинки, корыта, входной и выходной кромок в заданных продольных сечениях и могут вызывать изгиб пера и волнистость профиля. Изгиб проверяют между крайними поперечными сечениями пера:
 - а) по оси $ПС$ нормально к средней плоскости замка $\Delta P_{к. о} (L)$
 - б) по выходной кромке $\Delta P_{к. вых} (L)$
- Волнистость проверяют между каждым поперечным сечением пера:
 - в) по спинке (см. фиг. 6, г). $\Delta P_{сп} (L_i)$
 - г) по корыту $\Delta P_K (L_i)$
 - д) по входной кромке $\Delta r_{вх} (L_i)$
 - е) по выходной кромке $\Delta r_{вых} (L_i)$
4. Отклонение по длине пера ΔL
5. Отклонение углов, определяющих положение контуров поперечных сечений относительно первого сечения. Эти отклонения характеризуют погрешность закрутки пера и определяются через профили спинки, корыта или поворота касательных (фиг. 6, б). ΔG_i
6. Отклонения профиля сечений пера по толщине в заданных точках:
 - а) по входной кромке $\Delta T_{вх}$
 - б) по оси $ПС$ ΔT_o
 - в) по выходной кромке $\Delta T_{вых}$
7. Отклонение входной кромки от оси $ПС$ по сечениям (фиг. 6, а) $\Delta B_{вх}$
8. Отклонение ширины профилей сечений пера по касательной (фиг. 6, а) $\Delta Ш$

II. Замок лопатки

9. Отклонение шага по рабочей поверхности на средней линии зубьев $\Delta S_{р. л}$
10. То же по нерабочей поверхности $\Delta S_{н. л}$
11. Отклонение общего угла профиля зубьев $\Delta \beta_l$

* Расшифровку индексов см. в конце приложения 1.

** Жирицкий Г. С., Авиационные газовые турбины. Обзор, 1950.

12. Отклонение радиуса впадины зубьев (на взаимозаменяемость не влияет) Δr_l
13. Отклонение толщины замка по средней линии зубьев (определяется при измерении роликами через размеры M_i) Δa_l
14. Отклонение толщины зубьев на средней линии (контроль этого вида погрешности может быть заменен контролем по п. 10 с базированием на рабочую поверхность зубьев 1—1, см. фиг. 7) $\Delta N_{з. л}$
15. Отклонения высоты зубьев от средней линии без фаски и с фаской $\Delta h_l, \Delta c_l$
16. Отклонение угла профиля между средней линией и рабочей поверхностью зубьев $\Delta \beta'_l$
17. Взаимное смещение профилей вдоль средней плоскости замка (см. фиг. 4) Δz_l
18. Перекос средних линий зубьев профилей параллельно средней плоскости замка (перекрещивание профилей (фиг. 4) $\Delta \omega_l$
19. Отклонение от параллельности средних линий зубьев профилей к базовой плоскости $O'X'Z'$, а также отклонения от параллельности по размерам M_i $\Delta \tau_{з. л}$
20. Погрешность замка по толщине по средней линии зубьев (при измерении роликами) ΔM_l
21. Погрешность замка по толщине по вершинам зубьев (выгоднее контролировать только высоту зубьев от средней линии) $\Delta T_{з. л}$
22. Отклонение от параллельности по толщине замка (определяется при измерении роликами на длине канавок в виде разности отклонений $\Delta M - \Delta M'$) $\Delta M (l)_l$
23. Отклонение конусности (определяется как разность отклонений в размерах клина замка, между его крайними канавками, т. е. $\Delta M_1 - \Delta M_6$) $\Delta M_l (Sn)^*$
24. Погрешность отклонения глубины канавок от средней линии зубьев (на взаимозаменяемость не влияет) $\Delta \gamma$
25. Погрешность толщины замка по канавкам (на взаимозаменяемость не влияет) Δa_v
26. Приведенная погрешность толщины замка по средней линии зубьев (т. е. с учетом погрешностей изготовления элементов зубьев) ΔA_l

III. Взаимное положение пера и замка

27. Отклонение угла, определяющего положение первого поперечного сечения относительно замка в плоскости $O''Y''Z''$, нормальной к оси $ПС$ (см. фиг. 7). $\Delta \tau$
28. Перекос между замком (в плоскости OXY) и осью $ПС$ пера в направлении оси OX $\Delta \omega$
29. Перекос между замком (в плоскости OXY) и осью $ПС$ пера в направлении оси OY (контролируется по первому и последнему сечениям пера в плоскости ZOY). $\Delta \gamma$
30. Смещение профиля первого сечения пера по показателям $\Delta O_i (y_i)$ и $\Delta O_i (x_i)$ (см. фиг. 6, а, б). При $i = 1$ определяется допусками на размеры D и E (фиг. 7)

Б. Соединение замков лопатки и диска

31. Погрешность угла φ_n поворота замка вокруг оси O (см. фиг. 5). Обычно контролируется размер m . Возможен также контроль размеров A_n и A_d $\Delta \varphi_n$

Указанные в обозначениях индексы относятся: i — к порядковому номеру рассматриваемого сечения пера* S — шаг; n — число шагов.

или замка; з — к зубу; л — лопатке; д — диску; сп — профилю спинки пера; к — профилю корыта пера; о — оси поворота сечений пера; ось $ПС$ — оси поворота или закрутки сечений; вх — входной кромке; вых — к выходной кромке; к.о — корыту и оси $ПС$; в — к впадинам зубьев. Показатели по замку диска аналогичны замку лопатки, но имеют индекс «д» вместо «л».

Примечания.

1. В массовом производстве очевидно потребуются контролироваться, с учетом стабильности технологического процесса, следующие показатели точности:

выборочно — № 1а—г; 2б—г; 3г—е; 9—12; 14—16; 24, 25, 31.

100% — № 2а; 3а, б; 4—8; 17—23; 26—30.

2. Профили спинки и корыта вдоль пера контролируются на ощупь или визуально, «на глаз», по световому эффекту (показатели № 3б, г). Волнистость обычно появляется после ручного полирования пера.

3. Показатель № 18 нужен только при обработке замка в два приема (с кантованием), например при фрезеровании одной фрезой.

4. Суммарный допуск по показателям № 26 и 31 в настоящее время установлен *. Для полной взаимозаменяемости рекомендуется определить суммарные допуски на толщину и ширину замков лопатки и диска.

5. Независимый допуск по показателю № 27 необходим, так как погрешность поворота пера относительно замка входит в погрешность профиля спинки и корыта.

6. При расчете допусков следует учитывать, что показатели № 6а, в, 7, 8, 15—20, 22—24, 27—30 являются суммарными групповыми, а 26, 31 — суммарными полными, т. е. включающими либо группу допусков, влияющих на размер детали, либо все допуски, влияющие на предельные размеры детали или соединения двух деталей.

Приложение 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЛОПАТКИ

(см. фиг. 7)

1. Термообработка и контроль выполняются по специальным техническим требованиям.

2. Допуски на свободные размеры принимаются по 22 АТ—52.

3. Острые кромки закруглить радиусом R мм.

4. Отклонение контуров пера от номинальных размеров ΔK мм.

5. Допуск на геометрическую форму профилей спинки и корыта

$\Delta P_{сп}(Ш)$ мм

$\Delta P_{к}(Ш)$ мм

Сопряжение входной и выходной кромок с поверхностями спинки и корыта должно быть плавным на всей длине пера.

6. Волнистость пера по спинке и корыту продольная

$\Delta P_{сп}(L_i)$ мм

$\Delta P_{к}(L_i)$ мм

7. Изогнутость пера вдоль оси поворота сечений и по выходной кромке контролируется между двумя крайними сечениями:

* Методика расчета разработана автором.

по оси $\Delta P_{к.о}(L)$ мм
по выходной кромке $\Delta P_{к.вых}(L)$ мм

8. Отклонение угла закрутки на всей длине пера $\Delta \Gamma$. . мин.
В промежуточных сечениях допуск, пропорциональный длине пера L_i , проверяется относительно первого сечения.

9. Отклонение толщин сечений между профилями спинки и корыта в фиксированных точках пера

$\Delta T_{вх}$ мм

ΔT_o мм

$\Delta T_{вых}$ мм

10. Положение первого сечения пера относительно замка определяется размерами D и E .

11. Перекос первого сечения пера относительно замка $\Delta \tau$. . мин.

12. Перекос пера по углу ω относительно замка на всей длине пера $\Delta \omega$. . мин. В промежуточных сечениях допуск пропорционален длине пера L_i .

13. Перекос пера по углу γ относительно замка на всей длине пера $\Delta \gamma$. . мм. Определяется по первому и последнему сечениям; в промежуточных сечениях допуск пропорционален длине L_i .

14. Взаимное смещение профилей замка в точках $B-B'$ относительно оси OZ и перекрещивание профилей по углу ω не более мм на всей длине замка (суммарно, т. е. $\Delta z + \Delta \omega$. . мм).

15. Отклонение замка по толщине от параллельности по средней линии зубьев при измерении роликами $\Delta M(I)$ до . . . мм.

16. Отклонение размеров клина по средним линиям зубьев между крайними впадинами замка — не более половины допуска на толщину M , т. е. $\Delta M(Sn) = 0,5 \Delta M$.

Примечания.

1. Допуск на геометрическую форму (соответствует термину «просвет») желательно установить в конце пера шире, чем у замка.

2. Наибольшие затруднения представляет установление допуска на контур пера лопатки, его распределение относительно номинальных (теоретических, расчетных) размеров, а также установление допуска на профиль с учетом технологии массового производства. Допуск на профиль не должен превышать допуск на контур, т. е.

$\Delta P_{сп}(Ш)$ или $\Delta P_{к}(Ш) \leq 2 \Delta K$.

3. Допуск на толщину (и ширину) сечений является суммарным групповым и зависит от допуска на контур, т. е. если $\Delta K = \pm 0,1$ мм и расположение предельных контуров эквидистантно номинальному,

то ΔT и $\Delta Ш$ равны $\pm 0,2$ мм.

При сопряжении кромки наименьшего радиуса с наибольшим контуром и наоборот возникают значительные отклонения по ширине пера $\Delta Ш$. Этого можно избежать, ограничив размер кромок от места измерения ее толщины.

4. На основе расчета посадки соединения, исходя из условий взаимозаменяемости, допуски на шар по рабочим сторонам зубьев и толщину зубьев желательно назначать одинаковыми.

5. Данные по размерам $a_1 \div a_6$; $M_1 - \Delta M$; T_1 ; T_6 ; $x_{к1}$; $u_{к1}$; $x_{сп1}$; $u_{сп1}$; $B_{вх1} - \Delta B$; $Ш_1 - \Delta Ш$; $T_{вх1} - \Delta T$; $T_{о1} - \Delta T$; $T_{вых1} - \Delta T$; $T_1 \pm \Delta T$; $r_{вх1}$; $r_{вых1}$ и координаты к точкам, определяющим $T_{вх}$, T_o , $T_{вых}$ следует оформлять в виде таблиц.

6. На размеры $S \pm \Delta S$; $N \pm \Delta S$; r , h , t , C , D , E , L , l и т. п. допуски проставляют в чертеже детали.

Уменьшение допусков у литых и штампованных деталей как резерв снижения веса самолета

Н. И. ЛОБАНОВ

Примеры неоправданно больших допусков и рекомендации по сокращению привеса

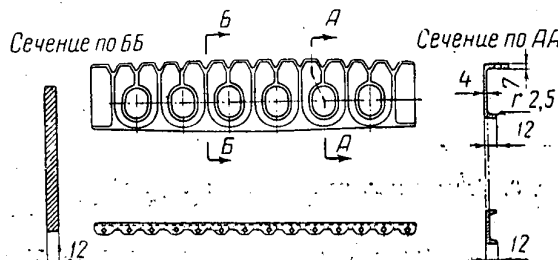
Проблема достижения предельно малого веса конструкции была и остается одной из главных задач в самолетостроении. Однако пути снижения веса самолета освещаются в нашей технической литературе пока еще крайне недостаточно. В этой области необходимо пересмотреть существующие нормы прочности и расчетные напряжения; следует также добиваться резкого облегчения оборудования и силовой установки, создания новых высокопрочных и жаростойких материалов, уменьшения допусков на обрабатываемые детали и внедрения в промышленность новых способов обработки материала с меньшими допусками, предусматривающими сохранение достаточной прочности. (Отметим, что на серийных заводах почти все детали во избежание брака обрабатывают по верхнему пределу допуска, что принципиально неправильно.)

В статье рассматриваются допуски на отливки и детали, полученные горячей штамповкой, как один из видов резерва облегчения веса самолета; наряду с этим показан недопустимо большой привес, возникающий в случае завышения допусков.

Если ранее вес литых и штампованных деталей составлял незначительный процент от веса всей конструкции, то теперь эта величина доходит до 30—50%. Поэтому назрел вопрос о приближении допусков на указанные детали к допускам на механическую обработку резанием без снижения при этом других наиболее важных характеристик.

В настоящее время литьем получают большое количество не только мелких, но и крупных деталей (нервюры, панели и др.), что намного сокращает трудоемкость их изготовления. Однако обычно применяющийся в серийном производстве способ литья в землю вызывает огромный привес деталей (вследствие завышенных допусков и невозможности отливать этим методом полотна толщиной менее 4 мм), почти в полтора раза превышающий величину, требуемую по прочности. В результате достоинства этого вида обработки сводятся на нет. Поэтому НИИТ и другие организации, работающие над усовершенствованием технологии литья цветных и черных металлов, должны способствовать широкому внедрению точного литья в авиационной промышленности, причем не только мелких, но и крупных массовых деталей. Ниже приводятся несколько примеров, характеризующих недопустимо большой привес у деталей из цветного сплава МЛ5Т4, отлитых в землю (фиг. 1 и 2). На фиг. 1 показана нервюра, габаритные размеры которой 930×200 мм, толщина стенки 4 мм, расчетный вес 1680 г, фактический вес 2120 г. Увеличе-

ние веса равно 440 г, т. е. 26,2% от расчетной величины. Эту деталь можно получить литьем в кокиль с допуском Лт4, и тогда толщину стенки можно бу-



Фиг. 1. Нервюра, изготовленная литьем в землю.

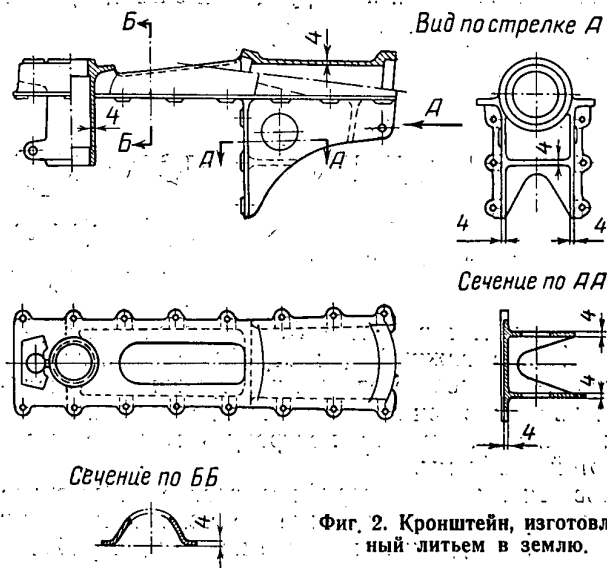
дет допустить не 4, а 3 мм, что достаточно по прочности. Получаемый привес будет

$$\Delta G_1 = S \delta \gamma,$$

где S — поверхность деталей, на которую распространяется допуск, в см^2 ;

δ — допуск в см ;

γ — удельный вес материала в г/см^3 .



Фиг. 2. Кронштейн, изготовленный литьем в землю.

В данном случае привес составит $1860 \cdot 0,08 \cdot 1,8 = 267$ г вместо 440 г. Следовательно, выигрыш в весе равен $440 - 267 = 173$ г.

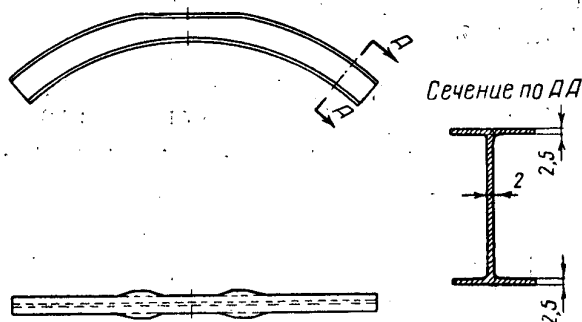
Кроме уменьшения веса в результате ужесточения допуска, при литье в кокиль достигается дополни-

тельное уменьшение ΔG_2 вследствие изменения толщины стенки детали с 4 до 3 мм:

$$\Delta G_2 = 1860 \cdot 0,1 \cdot 1,8 = 335 \text{ г.}$$

Деталь станет легче на $173 + 335 = 508 \text{ г.}$, т. е. на 30,2%.

На фиг. 2 представлен кронштейн, имеющий габаритные размеры $400 \times 200 \text{ мм}$, толщину стенки 4 мм,



Фиг. 3. Часть рамы, изготовленная горячей штамповкой с применением круговой механической обработки.

расчетный вес 1142 г, фактический — 1535 г. Увеличение веса составило 393 г, т. е. 34,4% от номинального значения. Если эту деталь отлить под давлением, то толщину стенки, как и в первом примере, можно будет принять равной не 4, а лишь 3 мм. Тогда $\Delta G_1 = 1060 \cdot 0,03 \cdot 1,8 = 57 \text{ г}$ вместо 393 г. Выигрыш в весе составит 336 г. В данном случае $\Delta G_2 = 1060 \cdot 0,1 \cdot 1,8 = 196 \text{ г}$. Следовательно, кронштейн можно сделать легче на $336 + 196 = 532 \text{ г.}$, т. е. на 46,5%.

В некоторых самолетах вес литых деталей доходит до 20% от веса всей конструкции, и очевидно, что в

дальнейшем процент их будет расти. Отсюда ясна первостепенная важность внедрения точного литья в серийное производство для деталей любых габаритных размеров.

Еще шире, чем литые, применяются детали, изготовленные горячей штамповкой; вес их иногда составляет до 30% от веса конструкции. Однако без дополнительной обработки эти детали использовать нельзя вследствие больших допусков, увеличивающих их вес на 30—100%. Поэтому все горячештампованные детали частично или полностью механически обрабатывают. На фиг. 3 в качестве примера показана часть рамы, изготовленная горячей штамповкой с последующей круговой обработкой. Этот пример иллюстрирует привес, создаваемый действующими допусками на горячую штамповку без круговой обработки. Материал рамы — сталь 30ХГСА; площадь проекции обрабатываемой детали на плоскость разреза штампа 700 см^2 ; допуск пятого класса по нормам ДН-1032-54.

Расчетный вес равен 2395 г, фактический — 2780 г. Привес получился 385 г или 16% от номинального значения. Если эту деталь установить на самолет без круговой обработки после горячей штамповки, общий привес окажется равным 1837 г или 77% расчетной величины. Приведенный пример показывает, что допуски на горячую штамповку должны быть уменьшены минимум в три раза. Даже в этом случае привес составит 15%, что все еще является чрезмерно большой цифрой, которую надо сокращать.

На основе сказанного можно сделать вывод о целесообразности как точного литья крупногабаритных деталей, так и уменьшения допусков. Это позволит уже сегодня снизить вес самолетов некоторых типов примерно на 8%.

О единой системе проектирования узлов

(В порядке обсуждения)

В. М. ТЕНДЛЕР и А. И. ШИВРИН

В свое время в статье А. А. Коновалова* был поднят важный для серийного производства вопрос о разработке единых конструктивно-технологических узлов при проектировании самолета. В данной статье авторы хотели затронуть и другие стороны этой проблемы.

Известно, что на серийном заводе желательно иметь чертежи, построенные по технологическому принципу. В идеальном случае на каждом рабочем месте должен быть чертеж на выполняемую работу. Известно, например, что некоторые фирмы США считают выгодным иметь чертежи даже на отдельные операции.

К сожалению, технологический принцип построения чертежей многими ОКБ не соблюдается. Например, по изделию Р, несмотря на наличие отдельных агрегатов Ф-2 и Ф-3, нескольких панелей и других подборок, крепление стрингеров и шпангоутов с обшивкой и стыки обшивки показаны в общесборочном чертеже. Отсутствуют схемы стрингеров и раскрой обшивки. Нужные данные разбросаны по большому количеству чертежей групп оборудования и каркаса, и, чтобы получить их, необходимо проделать большую дополнительную работу. Указанные недостатки создают значительные затруднения, особенно в период запуска изделия. Поэтому надо добиваться, чтобы каждый технологический узел имел свой сборочный чертеж.

* «Авиационная промышленность», 1956, № 3, стр. 31.

В основу нумерации чертежей должны быть положены фактически существующие на данном изделии каркасные, механические и монтажные технологические узлы. На серийном заводе большие трудности возникают из-за того, что в каркасных чертежах не указаны места крепления оборудования, а также других каркасных технологических узлов или деталей. При строгом контроле со стороны начальников бригад ОКБ такие случаи могли бы быть сведены к минимуму. Когда невозможно даже приблизительно обозначить место крепления оборудования в каркасных чертежах, большую помощь в работе могут оказать перечни, предлагаемые в статье А. А. Коновалова, в которых указано, какие чертежи групп оборудования надо поднять при увязке данного каркасного технологического узла или схемы.

При внесении тех или других узлов групп оборудования в каркасные чертежи необходимо всегда иметь в виду, что при довольно частых изменениях оборудования практически невозможно уследить за правильностью и своевременностью проведения изменений в чертежах каркасных групп, и в соответствии с этим решать вопрос.

Желательно, чтобы цехи и участки на серийном заводе работали по чертежам, в которых более ясно отражена номенклатура деталей. Речь идет о создании чертежей типа схем стрингеров, раскроя обшивок, подкладных листов и прокладок, схем трубопроводов, жгутов, внутренней и внешней окраски самолета и др. В этих схемах должны быть указаны необходимые для работы размеры и материалы.

Большим недостатком многих чертежей является их перегруженность ненужными деталями и подробностями. Так, в каркасных чертежах часто не только проставляют шаг заклепок, но и в соответствующих местах вычерчивают все эти заклепки. В сборочном чертеже агрегата детально вычерчивают элементы панелей, места клепки этих элементов и т. д. Лишние подробности затемняют чертеж и рассеивают внимание рабочих. В чертеже должно быть показано лишь то, без чего невозможно изготовить деталь или вести сборку данного технологического узла.

Серийные заводы часто не используют всех выгод, вытекающих из того, что первое изделие создается в ОКБ. Так, на серийных заводах не применяют фотографий готовых деталей, узлов и агрегатов. К сожалению, у нас не разработано единой системы, предусматривающей, как и что фотографировать. Ме-

жду тем можно было бы сэкономить много времени при разработке технологического процесса и изготовлении шаблонов, избежать брака при изготовлении узлов и отдельных монтажей, если бы наряду с чертежами исполнители имели перед глазами хорошо выполненные фотографии. Очевидно, следует создать систему мерного фотографирования, позволяющую быстро находить нужное место на объекте. Необходимо, чтобы ОКБ занимались этим не от случая к случаю, а обратили на разработку такой системы особое внимание и выделили специальные кадры.

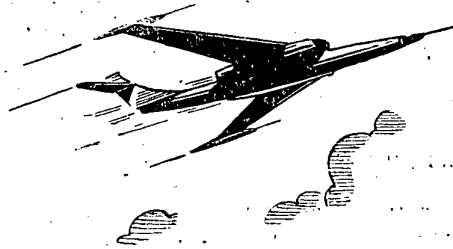
В деле обучения рабочих большую помощь могли бы оказать короткометражные фильмы, раскрывающие отдельные этапы изготовления и монтажа нового изделия.

Важное значение для серийных заводов имеют размеры и оформление чертежей. Чертеж должен быть таким, чтобы удобно было его хранить и пользоваться им. Однако встречается много сборочных чертежей, имеющих в длину по 3—5 м, порой даже без обозначения зон расположения деталей, входящих в спецификацию. С таким чертежом очень неудобно работать: его трудно раскладывать на рабочем месте, трудно вносить в него изменения. Надо категорически запретить ОКБ выпускать чрезмерно длинные и широкие чертежи. Пределом следовало бы считать формат А₀.

Следует повысить культуру изготовления чертежей, начиная от упорядочения расположения узлов и сечений и кончая простановкой в спецификациях чертежей зон расположения позиций деталей. Если чертеж состоит из нескольких листов, на первом должны быть укаваны зоны каждого листа. Соблюдение таких мелочей намного упрощает работу ИТР и рабочих.

Большую помощь оказывает предметное обозначение (где это возможно) однотипных деталей (например, стрингеров, компенсаторов и др.). На изделии У такая система применена для маркировки стрингеров. Например, стрингер 36 правый, идущий от шпангоута 30 до шпангоута 41, обозначается Я36П30-41 (буква У впереди — индекс изделия). При предметной системе обозначения рабочему значительно проще найти место детали.

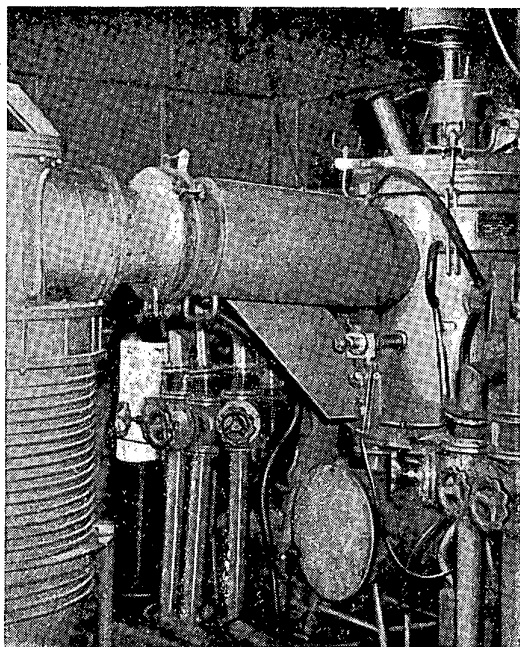
Разработка и внедрение указанных выше мероприятий будут способствовать сокращению сроков подготовки производства к выпуску новых изделий.



ТЕХНОЛОГИЯ

Casting blades *ht. resist.* *alloy in vac* Литье лопаток из жаропрочных сплавов в вакууме

А. В. ЕМЯШЕВ, А. М. ЗУБКО, П. Д. ЛАВРЕНТЬЕВ, Н. П. ПОЛЯКОВ, П. Л. ПОТАШНИКОВ и Л. С. ЧЕЧЕНЯ



Вакуумная плавильная печь.

Выплавка качественного металла, особенно сплавов, содержащих химически активные элементы, связана со значительными затруднениями. Современные методы контроля не могут полностью выявить все дефекты отливки, что снижает качество деталей.

Вопросу уменьшения плен при литье деталей было посвящено много исследований, однако радикального способа устранения этого явления до последнего времени не было найдено.

Лабораторией совместно с заводом проведена плавка под вакуумом и заливка сплава ЖС6, склонного к образованию плен. Исходная шихта составлялась из компонентов, не подвергавшихся ранее переплаву, или представляла собой металл, выплавленный предварительно в открытых печах и содержащий плену.

В работе С. И. Кузьмина, А. С. Никишова, А. В. Емяшева и др. * была показана возможность получения под вакуумом $1 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. отливок из сплава Л114 почти без плен. Их не было ни на поверхности, ни в теле отливки, если шихта состояла из свежих компонентов. При проведении плавки в тех же условиях, но с использованием шихты, содержащей плену, брак составлял 4,3%.

Учитывая отсутствие вакуумных печей промышленного типа, с помощью которых обеспечивалось бы надежное получение вакуума порядка 10^{-3} мм рт. ст., лабораторией совместно с заводом были проведены плавки в вакууме 0,2—0,5 мм рт. ст., создаваемом только механическими насосами. В целях приближения технологии вакуумной выплавки к заводским условиям работа велась в основном на шихте в состоянии поставки, имеющей на поверхности морщинистую толстую плену, характерную для всех сплавов на основе никеля с большим содержанием алюминия.

Вакуумная плавильная печь (см. фигуру в начале статьи) представляла собой цилиндрический корпус, охлаждаемый водой, внутри которого были размещены индуктор с тиглем и разливочные устройства.

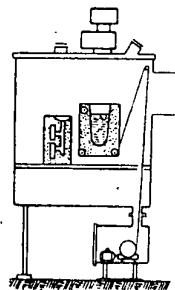
После загрузки шихты и установки горячей формы корпус закрывали крышкой со смотровыми стеклами для наблюдения за плавкой и разливкой металла. На крышке был смонтирован дозатор (емкостью около литра) для легирующих, химически активных или летучих добавок. В шихту их вводили без нарушения герметичности установки. Схема устройства для разливки металла показана на фиг. 1.

Вакуумная система печи (фиг. 2) состояла из двух механических насосов ВН-4, двух бустерных насосов БН-3 и вакуумпровода. К хоботу печи подсоединяли высоковакуумный агрегат М20А, позволяющий проводить плавку металла в вакууме $10^{-4} - 10^{-5}$ мм рт. ст. Давление в печи в зависимости от глубины вакуума измерялось или термопарной лампой ЛТ-2, или ионизационной лампой ЛМ-2. Выводы от ламп присоединялись к прибору, автоматически записывавшему изменение давления по ходу плавки. Герметичность установки контролировалась галлоидным теческисателем ГТИ-2. Напряжение на индуктор подавалось с двигателя-генератора мощностью 55 кВт и ча-

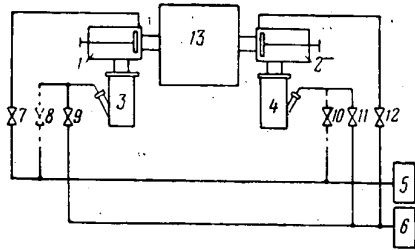
* «Авиационная промышленность», 1957, № 4.

стотой 2500 гц. Напряжение на индукторе было 500 в, на генераторе 375 в.

К тиглю, работающему в условиях вакуума, помимо термостойкости, достаточной огнеупорности, плотности, химической инертности, необходимых при открытой плавке, предъявляется ряд дополнительных требований, обусловленных одновременным действием вакуума и высокой температуры. Материал тигля в этом случае не должен испаряться и образовывать в результате взаимодействия с металлом лету-



Фиг. 1. Схема устройства для разливки металла.



Фиг. 2. Схема вакуумной системы печи. 1, 2—вакуумные клапаны на проход 160 мм; 3, 4—бустерные насосы БН-3; 5, 6—механические насосы ВН-4; 7—12—клапаны на проход 80 мм; 13—электропечь.

чих соединений. При невыполнении этих условий происходит загрязнение металла материалом тигля и разрушение последнего.

С учетом всех перечисленных выше условий был подобран удовлетворяющий этим требованиям огнеупорный материал — двуокись циркония, которая применялась в высокообоженном или плавном виде.

В качестве шаблона использовался электродный графит, выточенный по размерам будущего тигля. Его подвешивали на тяге в индукторе и засыпали сухой плавленной двуокисью циркония определенной грануляции. После утрясывания порошка и изготовления сливного носка и воротника графитовый шаблон разогревали до температуры 2400°С, при которой огнеупорная масса вокруг начинала размягчаться, а затем вынимали из индуктора. Внутренняя поверхность тигля получалась глазурованной.

Плавки с использованием шихты из компонентов, не подвергавшихся ранее переплаву

В качестве компонентов шихты использовались: электролитический никель марки 000, электролитический рафинированный в водороде хром, спеченные штабики порошкового молибдена, вольфрама и титана, первичный алюминий, электродный бой и модифицирующие добавки. Никель, хром, вольфрам, молибден, электродный бой загружали непосредственно в плавильный тигель открытой печи, химически активные или летучие легирующие и модифицирующие добавки вводили по ходу плавки из дозатора. Металл для получения отливок сливали в керамические формы, изготовленные по выплавляемым моделям. Формы обжигали по заданному режиму в печах

сопротивления. Большую часть их в раскаленном до 950°С состоянии ставили на под печи до откачивания из нее воздуха. Недостаточно прокаленные формы являлись источником большого газовыделения. Как показала практика, основная масса газов удалялась в течение 5—7 мин. работы механических насосов. При дальнейшем увеличении вакуума газов выделялось меньше, что позволяло разогревать и расплавлять металл без выключения бустерных насосов.

С использованием шихты, составленной из компонентов, не подвергавшихся ранее переплаву, проведены три серии плавов:

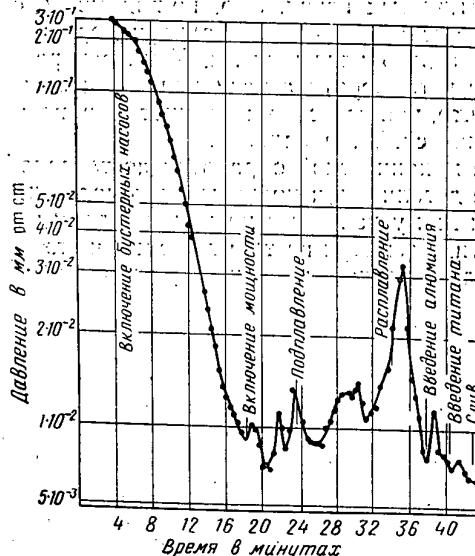
а) плавки в вакууме 0,2—0,4 мм рт. ст., создаваемом только механическими насосами;

б) плавки в вакууме 0,006—0,010 мм рт. ст., создаваемом одновременной работой механических и бустерных насосов;

в) плавки в вакууме 0,0003—0,0008 мм рт. ст., который достигался с помощью высоковакуумного агрегата М20А (скорость откачки его в диапазоне давлений 10^{-4} — 10^{-6} мм рт. ст. равна 20 000 л/сек).

Изменение давления по ходу плавки (вариант б) показано на фиг. 3. Как видно из фигуры, нагрев металла вызывает некоторое падение вакуума, связанное с выделением газов из металла и тигля.

При расплавлении шихтовых материалов (электролитический никель и хром, порошковый молибден, вольфрам, титан и др.) происходило большое выделение газов, вызывавшее бурное кипение металла. Характерным для всех этих плавов было выделение



Фиг. 3. Кривая изменения давления во время плавки.

газовых пузырей темного цвета (менее ярких, чем металла), представляющих собой, как будет показано ниже, окись углерода, образующуюся в результате взаимодействия заданного в шихту углерода с кислородом, растворенным в металле.

После полного расплавления металла мощность генератора снижалась и металл подмораживался до появления на поверхности тонкой корочки. Это предотвращало сильное разбрызгивание его при введе-

нии добавок. После разгрузки дозатора металл нагревали для возможно более быстрого растворения добавок. Сливали его после небольшого остывания при 1550° С.

Длительность плавки, определяемая временем от установки горячей формы до слива металла, была различной в зависимости от конечного давления. При давлении 0,2—0,3 мм рт. ст. она продолжалась 20—25 мин. при 0,006—0,010 мм рт. ст. — 35—40 мин. Наиболее продолжительной была плавка в вакууме 0,0003—0,0008 мм рт. ст.

Визуальные наблюдения за поверхностью жидкого металла, выплавленного на шихте из свежих исходных компонентов, показали полное отсутствие плен (иногда наблюдались лишь отдельные островки шлака диаметром 3—4 мм). Поверхность расплава была совершенно одинаковой во всех случаях, несмотря на то, что плавки отличались по глубине вакуума.

Возможность получения металла без плен в относительно неглубоком вакууме (0,2—0,3 мм рт. ст.) навела на мысль уменьшить припуски на механическую обработку отливок. Плена в теле отливки располагается преимущественно вблизи поверхности, поэтому для уменьшения брака в практике был избран путь увеличения припусков. Наличие минимальных припусков позволяет значительно упростить и удешевить механическую обработку деталей. По механическим свойствам отливки, полученные в вакууме, не отличались от отливок из сплава, выплавленного в открытых печах. Это, по-видимому, связано с тем, что условия плавки и заливки форм в вакууме не были строго постоянными. Температура формы, а иногда и температура разливки значительно колебались, что, как известно, не может не влиять на механические свойства сплавов.

После механической обработки по технологии завода все детали были подвергнуты тщательному люминесцентному контролю на наличие плен на их поверхности. Несмотря на то, что большинство деталей было отлито после выдержки жидкого металла в вакууме всего 0,2—0,3 мм рт. ст., ни в одном случае плен не было обнаружено. Особенно тщательно контролировались отливки с минимальными припусками на механическую обработку. Кроме люминесцентного контроля, они были подвергнуты глубокому травлению в реактиве Васильева и просматривались в бинокулярную лупу с тридцатикратным увеличением. И при этих условиях осмотра на поверхности плен не обнаружено. Не было их и в теле отливок.

Химический анализ металла вакуумных плавов, проведенных на шихте из свежих компонентов (при составлении шихты по верхнему пределу каждого компонента), показал его соответствие ТУ. Для некоторых плавов обнаружено только колебание алюминия в пределах 0,1—0,2%.

Вакуумные плавки и отливка деталей из шихты в состоянии поставки, т. е. имеющей плену

Шихта представляла собой небольшие чушки (2—4 кг) сплава ЖС6, выплавленного в открытых индукционных печах. Поверхность его покрыта ха-

рактерной пленой окислов. Такой шихтой из-за отсутствия в настоящее время промышленных вакуумных печей пользуются многие опытные и серийные заводы.

Основное внимание было уделено вопросу уточнения условий вакуумной плавки и разливки, при которых наблюдается уменьшение пленообразования, и выяснения основ механизма, приводящего к уменьшению плен. Для решения этих задач было проведено в разных условиях 22 вакуумные плавки.

После расплавления металла поверхность его покрывалась сплошной пленой. При дальнейшем нагреве и перемешивании центральная часть поверхности постепенно освобождалась от плену, которая перемещалась к стенкам тигля. После непродолжительной выдержки жидкого металла происходило качественное изменение плену. При снижении мощности генератора она не была уже сплошной, а в виде кусочков плавала на поверхности металла. С увеличением времени выдержки последнего под вакуумом количество плену продолжало уменьшаться. Это сопровождалось кипением металла с выделением пузырьков темного цвета. Особенно интенсивным был процесс исчезновения плену при повышении температуры до 1600° С. Утоньшение плену и уменьшение ее количества наблюдалось и в случае открытой плавки при перегреве металла*. Учитывая это, в условиях серийного производства металл обычно сливают с большим перегревом (300—350° С).

Для быстрого уничтожения плену при выдержке расплавленного металла в вакууме оказалось достаточно нагреть его до 1600—1650° С. В случае плавки под вакуумом 0,006—0,010 мм рт. ст. полное уничтожение плену достигалось после 3—5-минутной выдержки металла при 1600° С; под вакуумом 0,2—0,3 мм рт. ст. — после 5—7 мин.

Для проверки возможности получения качественного металла с помощью вакуумной плавки и разливки из шихты с большим количеством плену для ряда плавов были использованы отходы серийного производства. Химический анализ полученного металла соответствовал ТУ. Все отливки были тщательно проверены. Ни в одной из них не было обнаружено плену. Механические свойства при комнатной и высоких температурах находились в пределах ТУ.

Полученные результаты открывают большие перспективы в серийном производстве отливок из сплава ЖС6 и ему подобных. Невозможность по техническим причинам использовать при открытых плавках шихту, имеющую более 50% отходов, приводит, как известно, к большому скоплению на заводах отходов этого дорогостоящего сплава. Изготовление и эксплуатация в условиях серийного производства печей с технически легко достижимым вакуумом (0,2—0,3 мм рт. ст.) вполне под силу любому заводу. Наличие таких печей позволит использовать все отходы сплава ЖС6 и получать отливки, совершенно не имеющие плену.

* Краснощеков Д. И. Точное литье деталей из сплава ЖСЗ на заводах методом поворотов. В сб. «Точное литье в серийном производстве», Оборонгиз, 1955.

Изучение механизма исчезновения плен

Предположение, высказанное в работе С. И. Кузьмина, А. С. Никишова, А. В. Емяшева и др. * о том, что количество плен в металле уменьшается за счет частичной задержки их стенками тигля, при наличии бурного перемешивания металла нельзя считать удовлетворительным. Наиболее вероятной причиной уменьшения плен и ее полное исчезновение при перегреве металла является ее механическое растворение (диспергирование) в нем. В статье Баура и Бруннера ** приводится результат изучения взаимной растворимости алюминия и окиси алюминия. В этой работе указывается на возможность растворения в алюминии при 1958°С до 30% окиси алюминия. Безусловно, при плавке сплава, содержащего алюминий в других пределах, количественные соотношения растворимости плен, состоящей, по нашим данным, в основном из Al_2O_3 , будут другими. Возможность же растворения ее в жидком сплаве при условии его перегрева сомнения не вызывает. Именно растворением плен в металле можно объяснить уменьшение толщины ее слоя при открытых плавках сплавов, склонных к образованию плен, с перегревом. Интенсивность растворения плен с повышением температуры увеличивается. Значительный перегрев расплава, приводящий к заметному растворению плен, во многих случаях сопровождается выпадением ее в теле отливки в дисперсном состоянии.

Специально проведенными исследованиями удалось подобрать режим вакуумной плавки, при котором плен не выделяется и при кристаллизации перегретого расплава. Зеркало металла остается в этих случаях совершенно лишенным следов плен вплоть до окончания кристаллизации. Это указывает на то, что, кроме растворения плен, в расплаве протекают какие-то реакции, приводящие к необратимому процессу ее исчезновения. Можно было предположить наличие в этих случаях ошлаковывания плен материалом тигля. Однако исследования, проведенные после слива металла, показали, что в некоторых случаях на стенках остаются плен, но они свободно отстают от них, что свидетельствует об отсутствии каких-либо физико-химических взаимодействий.

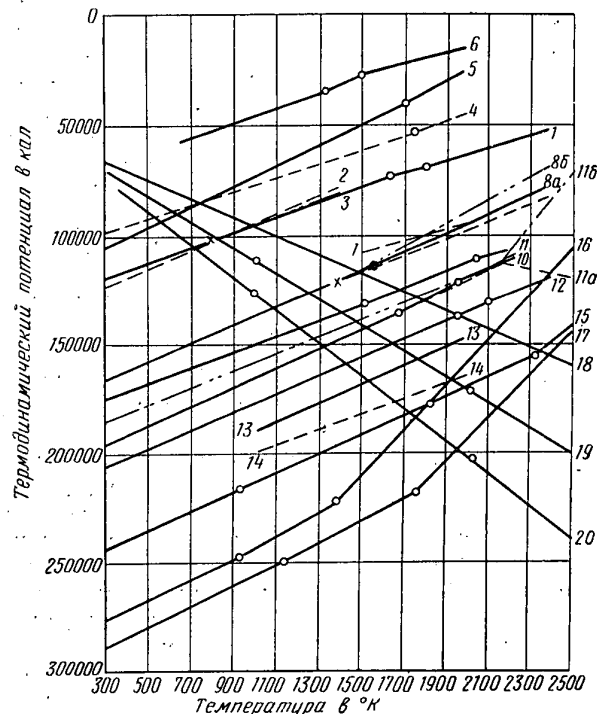
Чтобы проверить предположение о том, что наличие над перегретым металлом разреженной атмосферы приводит к необратимому исчезновению плен, была проведена серия опытных плавов по такой технологии.

В печь после загрузки шихты и создания вакуума подавали химически чистый аргон до получения давления, близкого к атмосферному. Предполагалось, что аргон должен, с одной стороны, препятствовать протеканию реакций, сопровождающихся увеличением объема, и, с другой, предотвращать окисление металла.

В результате проведения этих плавов установлено, что при перегреве металла и выдержке его под аргонным плен временно исчезает, но потом вновь по-

является при его остывании. Таким образом, единственным объяснением необратимого исчезновения ее может служить наличие над расплавом пониженного давления.

Как известно из принципа Ле-Шателье, понижение давления способствует протеканию реакций, сопровождающихся увеличением объема. Реакцией такого типа является взаимодействие углерода, находящегося в шихте сплава, с окислами плен, сопровож-



Фиг. 4. Изменение химического сродства металлов к кислороду в зависимости от температуры реакции.

- 1 — $2Fe + O_2 = 2FeO$; 2 — $W + O_2 = WO_2$; 3 — $Mo + O_2 = MoO_2$;
4 — $2Co + O_2 = 2CoO$; 5 — $2Ni + O_2 = 2NiO$; 6 — $4Cu + O_2 = 2Cu_2O$;
7 — $\frac{4}{5}Nb + O_2 = \frac{2}{5}Nb_2O_5$; 8a — $2Cr + O_2 = 2CrO$;
8b — $4CrO + O_2 = 2Cr_2O_3$;
9 — $2Mn + O_2 = 2MnO$; 10 — $Si + O_2 = SiO_2$; 11 — $\frac{4}{3}V + O_2 = \frac{2}{3}V_2O_3$;
11a — $2Si + O_2 = 2SiO$; 11b — $2SiO + O_2 = 2SiO_2$;
12 — $Ti + O_2 = TiO_2$;
13 — $\frac{4}{3}B + O_2 = \frac{2}{3}B_2O_3$; 14 — $Zr + O_2 = ZrO_2$;
15 — $\frac{4}{3}Al + O_2 = \frac{2}{3}Al_2O_3$;
16 — $2Mg + O_2 = 2MgO$; 17 — $2Ca + O_2 = 2CaO$;
18 — $2C + O_2 = 2CO$ при давлении 760 мм рт. ст.
19 — то же при давлении 1 мм рт. ст.
20 — то же при давлении 10^{-4} мм рт. ст.

дающееся выделением газообразной окиси углерода в виде темных пузырьков.

Из теории металлургических процессов известно, что сродство к кислороду у металлов с повышением температуры понижается. Для углерода, наоборот, сродство к кислороду с повышением температуры повышается. Этим и объясняется возможность восстановления довольно прочных окислов металлов углеродом при высоких температурах. Как видно из фиг. 4, для восстановления, например, окиси алю-

* «Авиационная промышленность», 1957, № 4.

** Bour E., Brunner R. «Zeitschr. für Electrochemie», 1934, Bd. 40, S. 154—158.

миния углеродом. необходима температура выше 2300°C (температура определяется точкой пересечения линий 15 и 18). Получить такую температуру можно лишь в ферросплавных дуговых печах. В условиях же плавки под атмосферным давлением в индукционных печах это невозможно.

Известно также, что вакуум приводит к смещению линии реакции $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$ вниз, а следовательно, к смещению точек пересечения ее с линией 15 в сторону более низких температур. В работе Б. А. Шмелева* показано, что температура начала реакции восстановления окислов металлов углеродом в вакууме понижается на $500\text{--}700^{\circ}\text{C}$. Таким образом, значительное снижение температуры восстановления окислов углеродом в условиях выдержки расплава под пониженным давлением приводит к протеканию реакции восстановления при $1600\text{--}1650^{\circ}\text{C}$, т. е. при температуре, вполне достижимой в индукционных печах. Эта реакция сопровождается выделением пузырей темного цвета. Момент окончания выделения их свидетельствует об исчезновении окислов и, в первую очередь, окислов пленки.

Таким образом, причиной исчезновения пленки является реакция восстановления ее углеродом, протекающая довольно интенсивно в условиях пониженного давления и высокой температуры.

При проведении плавки шихты из свежих компонентов на воздухе (с целью наведения на металл окисной пленки) без введения в шихту углерода и при последующем вакуумировании расплава, указанных выше пузырей не наблюдалось, и пленка полностью не исчезала. При введении в шихту углерода в виде электродного боя реакция взаимодействия его с кислородом, имеющимся в расплавленном металле, начиналась при более низких температурах, близких к температуре плавления. Это возможно благодаря тому, что углерод находится в свободном, а не связанном состоянии.

При проведении плавки шихты без углерода, составленной из свежих компонентов, по технологии: расплавление на воздухе с последующим вакуумированием, обнаружено, что пленка полностью не исчезает, но характер ее после выдержки металла в вакууме по сравнению с пленкой, наблюдаемой сразу после расплавления, иной. В вакуумных плавках пленка на перегретом металле сначала исчезала, но перед кристаллизацией расплава появлялась вновь, правда, в меньшем количестве и другого состояния (менее толстая и не такая вязкая). Изменение характера пленки без ее полного исчезновения, по-видимому, обусловлено протеканием других реакций, кроме реакции образования окиси углерода, сопровождающихся возникновением летучих соединений. К ним, по нашему мнению, можно отнести образование летучих соединений алюминия с кислородом при пониженной валентности алюминия. Предположение о возможности соединения кислорода с алюминием пониженной валентности, т. е. о существовании так называемой «субокиси» (Al_2O), высказал еще в 30-х годах П. Д. Антипин**.

* «Заводская лаборатория», 1951, № 6.

** Антипин П. Д. Электрохимия расплавленных солей. ОНТИ, 1937.

Существование низшего окисла алюминия в газобразном состоянии было установлено спектрометрическим* и масс-спектрометрическим** методами при выдержке смеси порошков алюминия и окиси алюминия при высокой температуре в вакууме. Советскими исследователями*** при изучении продуктов восстановления окиси алюминия (Al_2O_3) углеродом, а также при нагреве брикетированной смеси алюминия с Al_2O_3 в вакууме были получены из газобразной фазы в конденсате прозрачные иглообразные кристаллы голубого цвета, плотность которых равнялась 2,74. Рентгеноструктурным анализом определено, что это соединение является субокисью алюминия.

В этой литературе указывается на чрезвычайно большую летучесть указанного соединения, достаточную устойчивость его при высокой температуре и разложение при низкой температуре на алюминий и глинозем. При выдержке в вакууме перегретого расплава, содержащего алюминий, контактирующего с пленкой, вполне вероятно образование летучей субокиси алюминия. Причиной изменения характера пленки и ее уменьшения при выдержке в вакууме расплава, не имеющего в своем составе углерода, является, по-видимому, исчезновение из состава пленки окиси алюминия в результате образования летучей субокиси ($\text{Al}_2\text{O}_3 + 4\text{Al} = 3\text{Al}_2\text{O} \uparrow$). Полностью пленка не исчезает потому, что остальные составляющие ее окислы (TiO_2 и др.) лишь растворяются в расплаве и появляются вновь при его кристаллизации.

Итак, резюмируя, можно сказать, что *основной и главной причиной исчезновения окисной пленки из расплава при выдержке его в вакууме является реакция взаимодействия углерода, находящегося в металле, с кислородом окислов пленки*. Эта реакция сопровождается бурным кипением расплава с выделением газовых пузырей. Ей сопутствует, по-видимому, реакция образования летучей субокиси алюминия (Al_2O), роль которой в исчезновении пленки — второстепенная.

Изложенные выше результаты лабораторных исследований позволили перейти к решению задачи о практическом использовании разработанной технологии отливки лопаток в вакууме из жаропрочных сплавов, склонных к образованию плен.

Лабораторией и заводом была спроектирована и изготовлена производственная установка с двумя плавильными печами.

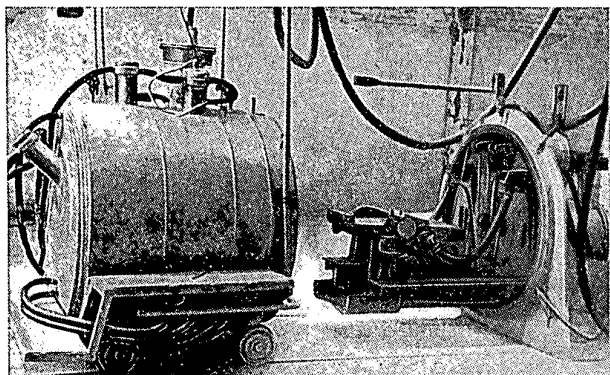
Общий вид печи и принципиальная схема расположения узлов внутри ее показаны на фиг. 5 и 6. Все основные механизмы и узлы установки (механизм поворота тигля, вакуумпровод и само крепление индуктора) смонтированы на неподвижной части печи — жесткой стенке. На внутренней плоскости ее имеется паз для уплотнения из вакуумной резины.

Герметичность печи достигается в результате того, что подвижный, горизонтально-расположенный ци-

* Пирс Р., Гейдон А. Отождествление молекулярных спектров. Изд-во ин. лит., Москва, 1949.

** Porter, Schissel, Ingchram. «J. Chem. Phys». 1956, v. 23, № 2.

*** Белецкий М. С., Раппопорт М. Б. Докл. АН СССР, 1951, т. 80, № 5.

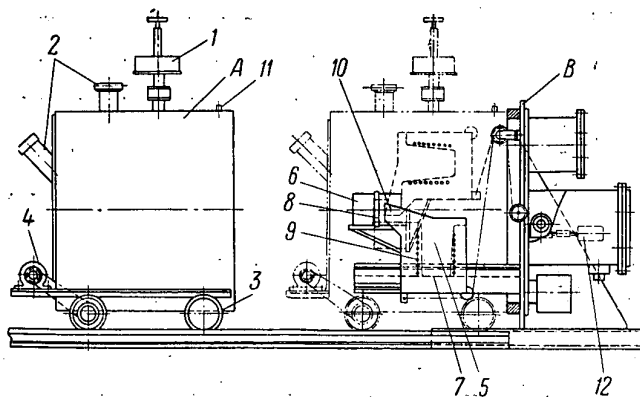


Фиг. 5. Высокочастотная вакуумная печь.

линдрический кожух, имеет на торце зуб, который плотно прижимает резину в пазе неподвижной стенки печи. Длина кожуха 1050 мм, диаметр — 1150 мм.

Все участки печи, находящиеся в зоне максимального излучения тепла от ванны с жидким металлом и в зоне наибольшего индуктирования токов, охлаждаются водой.

Наличие подвижного корпуса печи облегчает доступ к плавильному тиглю в случае его ремонта, очистки и загрузки шихтой, а также позволяет легко и быстро устанавливать горячую форму на разливочную площадку. Одновременно с этими операциями можно загружать дозатор, работать с мерительной аппаратурой, расположенной на перемещающемся кожухе печи и пр. Источником энергии для питания индуктора служит двигатель-генератор мощностью в 100 квт и частотой 2500 гц. Напряжение, подаваемое на индуктор, — 1000 в.



Фиг. 6. Принципиальная схема высокочастотной печи.

А — кожух; В — стационарная часть установки.

1 — дозатор; 2 — окно для замера температуры металла; 3 — катки для передвижения кожуха; 4 — электродвигатель с механизмом передвижения кожуха; 5 — поворотный индуктор; 6 — форма; 7 — плавильный тигель; 8 — хомут для крепления формы к столу; 9 — змеевик; 10 — цапфа; 11 — впускной патрубок; 12 — механизм поворота индуктора.

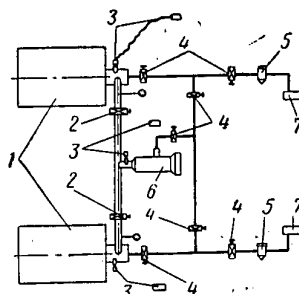
В кожухе печи имеются смотровые окна для наблюдения за плавлением и разливкой металла, а также окно для замера температуры металла ордометром типа РП. Соединительные элементы герметич-

но сварены. Плавильный тигель поворачивается с помощью привода, представляющего собой червячный редуктор, соединенный с двигателем постоянного тока. Двигатель позволяет варьировать скорость поворота тигля в пределах от 8 до 20 сек. В целях безопасности установлены концевые выключатели, отключающие индукторы после слива металла из тигля.

Разрежение внутри печи $3-10^{-1}$ мм рт. ст. создается двумя форвакуумными насосами ВН-4. При особо ответственных плавках разрежение приблизительно $5-10$ мк рт. ст. можно получить с помощью бустерных насосов БН-1500, предусмотренных в установке. На вакуумпроводе перед форвакуумными насосами установлены фильтры и вымораживатели паров. Для охлаждения вымораживателей могут применяться либо ацетон в смеси с твердой углекислотой, либо жидкий фреон, подаваемый от холодильной установки. Принципиальная схема вакуумной системы установки представлена на фиг. 7.

Фиг. 7. Принципиальная схема вакуумной системы установки.

1 — высокочастотная вакуумная печь; 2 — шибер; 3 — вакуумметр; 4 — шибер; 5 — вымораживатель; 6 — бустерный насос БН-1500; 7 — вакуумный насос ВН-4.



Производительность печи составляет три-четыре плавки в час. После опытных плавок печь была введена в эксплуатацию для серийного производства лопаток с использованием в шихте лишь отходов сплава ЖС6.

Тщательный контроль лопаток показал полное отсутствие в них плен. Значительная часть их удовлетворительно прошла длительные испытания на двигателе, некоторые испытаны на длительную прочность, которая оказалась значительно выше, чем у лопаток, отлитых при открытом способе выплавки металла.

Выводы

1. Разработана новая технология вакуумной выплавки и литья лопаток из жаропрочного сплава ЖС6, дающая возможность ликвидировать брак лопаток по пленам и полностью использовать имеющиеся на заводах МАП отходы.

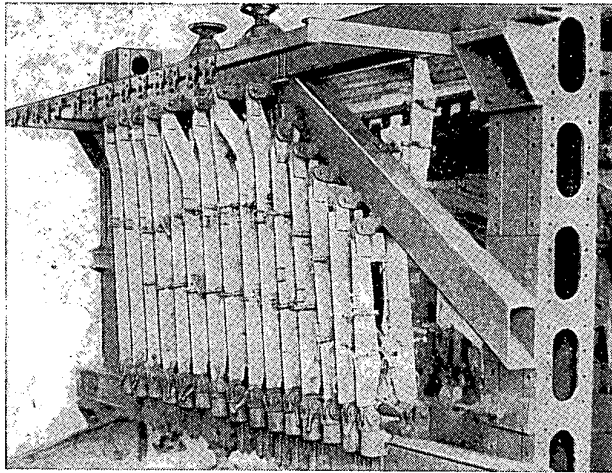
2. Сконструированы, изготовлены и введены в эксплуатацию на заводе высокочастотные вакуумные порционные печи, позволяющие использовать в серийном производстве новую технологию вакуумной выплавки и литья лопаток из жаропрочных сплавов; склонных к образованию плен.

3. Вскрыт механизм исчезновения окисной пленки при выдержке металла в вакууме. Реакцией, играющей основную роль в исчезновении пленки, является взаимодействие кислорода плен с углеродом, имеющимся в расплаве. Побочную роль играет реакция образования летучей субоксида алюминия (Al_2O).

Нормализация продольных балок сборочных приспособлений

Б. Д. ПРОТОПОПОВ

Крепежные узлы новой конструкции



Стапель с нормализованными продольными балками.

Высокие требования, предъявляемые в самолетостроении к точности сборочной оснастки, вызывают необходимость значительного увеличения жесткости каркасов ступеней и надежности фиксирующих узлов, что приводит к повышенному расходу металла на их изготовление. Частая сменяемость и сравнительно малые партии находящийся в производстве изделий требуют быстрой замены имеющейся оснастки, что также увеличивает расход материалов.

Сократить затраты на оснащение новых изделий при мелкосерийном производстве можно при максимальной нормализации всех элементов оснастки и особенно ее металлоемких каркасов. В настоящее время уже нормализованы и широко применяются чугунные и железобетонные колонны и блоки, крепежные детали, узлы, замки, стаканы и другие детали ступеней и стендов. Однако продольные элементы рам — значительная по металлоемкости часть сборочной оснастки — еще не нормализованы и не могут быть использованы многократно.

Предпринимавшиеся ранее попытки нормализовать продольные балки ни к чему не привели, так как не было найдено конструктивное решение, обеспечивающее надежное и быстрое крепление узлов к рамкам ступеней.

При существующих ныне способах изготовления ступеней узлы крепят или стаканами, приваривая их к балкам, или болтами и контрольными шпильками. Приварка стаканов — простой универсальный способ крепления, не требующий больших затрат; однако при демонтаже приспособлений часть их приходит в

негодность. Установка фиксаторов на болтах весьма трудоемка; оставшиеся после съема узлов отверстия портят внешний вид балки. Все это, как правило, приводит к тому, что значительная часть балок повторно не используется или используется для ступеней меньших размеров.

Стальные литые продольные балки с пазами, предложенные НИИТ, оказались дорогими и сложными в изготовлении и поэтому не нашли применения. Отсутствие способов крепления продольных балок к колоннам без сверления по месту также затрудняет повторное их использование.

Группа конструкторов завода в составе А. Г. Ратца, А. И. Зайцева, П. А. Иванькина, Е. С. Коровина, А. С. Плюхина, В. И. Шулимонова, В. В. Малышева и автора данной статьи поставила перед собой задачу разработать систему крепления узлов к продольным балкам, которая позволила бы полностью нормализовать последние и обеспечивала:

- а) быстросменное надежное крепление узлов к балкам и балок к колоннам без применения сварки и сверления;
- б) универсальность балок и узлов при минимальном количестве их типоразмеров;
- в) возможность различных вариантов компоновки ступеней;
- г) достаточную прочность при минимальном весе узлов; дешевизну материала и технологичность изготовления.

В результате опытных работ и широкого обсуждения с участием рабочих и мастеров цеха оснастки был выбран описанный ниже вариант конструкции продольных балок ступеней и крепежных узлов с применением призматического фрикционного зажима (фиг. 1).

К балке по углам приваривают круглые прутки, которые служат опорой для крепежных узлов; эти прутки позволяют применять балки меньших размеров, так как увеличивают момент инерции их сечения в среднем на 30%. Для сокращения количества типоразмеров используются балки только двух сечений — коробки из швеллеров № 16 и № 20; длины их выбираются в диапазоне от 3 до 8 м через каждые 0,5 м. В случае необходимости можно, изготовить балки и большей длины.

Крепежные узлы разработаны четырех типов, и в различных комбинациях они обеспечивают все варианты компоновки сборочных приспособлений.

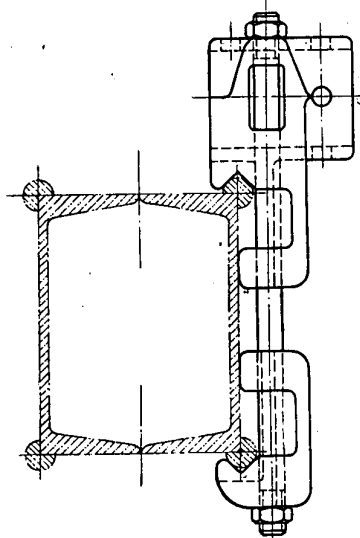
Стакан крепежного узла устанавливают на прутке призматическим пазом; выступом он упирается в стенку балки. Против него, на второй прутке балки, помещают кулачок, также с призматическим пазом.

Стягивая стакан и кулачок двумя шпильками, создают усилие, необходимое для закрепления стакана (фиг. 2).

Вместо кулачка можно использовать второй стакан (фиг. 3).

На фиг. 4 показан один из вариантов применения нормализованных узлов-стаканов. В целях большей технологичности изготовления и снижения стоимости узлы-стаканы изготавливают из стали с незначи-

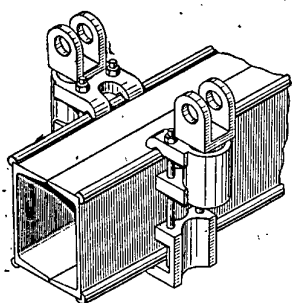
где имеется выдвижной фиксатор, на боковых плоскостях полустаканов можно крепить стакан, выполненный по старой нормали (фиг. 8). Преимущество подобной конструкции заключается в том, что упрощается монтаж и демонтаж фиксаторов и значитель-



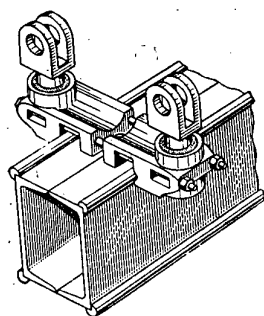
Фиг. 1. Схема крепления узла на балке стапеля.

ной механической обработкой призматического паза и отверстий под шпильки.

Конструктивное решение выдвижных фиксаторов, проходящих через балку, показано на фиг. 5—8. На направляющие прутки балки устанавливают четыре полустакана, которые, будучи собранными, образуют

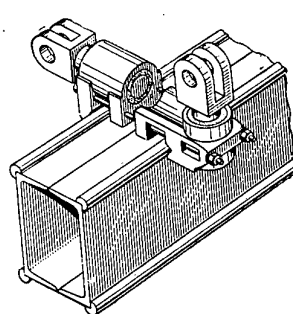


Фиг. 2. Крепление вертикальных вилок.

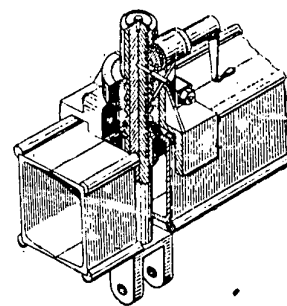


Фиг. 3. Крепление вертикальных вилок.

два стакана, расположенные по обеим сторонам балки. В эти стаканы вставляют втулки для направляющих фиксаторов и заливают их цементом. При помощи полустакана одного типоразмера можно получить гнезда для монтажа выдвижного реечного (фиг. 5) и винтового фиксатора (фиг. 6), а также фиксатора с двумя направляющими (фиг. 7). В случае необходимости установки стакана в том же сечении рамы,



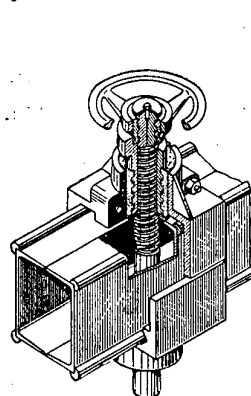
Фиг. 4. Комбинированное крепление вилок.



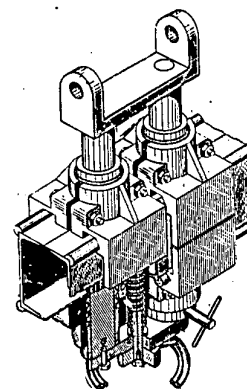
Фиг. 5. Выдвижной реечный фиксатор.

но повышается прочность рамы за счет уменьшения диаметра отверстия под шток с 90 до 45 мм.

Таким образом, все основные виды узлов стапелей можно получить из комбинации четырех элементов: горизонтального стакана, вертикального стакана, кулачка и полустакана. Эти элементы могут использоваться многократно, вполне заменяют многочисленную и трудоемкую в изготовлении номенклатуру



Фиг. 6. Выдвижной винтовой фиксатор.



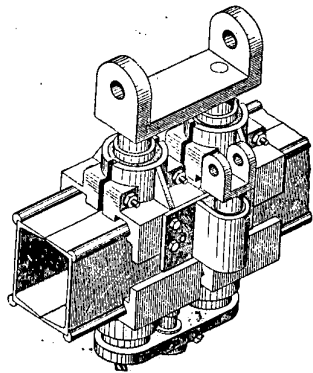
Фиг. 7. Выдвижной фиксатор с двумя направляющими.

прежних нормалей и позволяют упростить монтажные и особенно ремонтные работы.

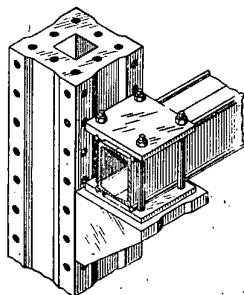
В целях исключения сверления и сварки разработано крепление продольных балок к колоннам стапелей, конструкция которого представлена на фиг. 9. При затяжке шпилек балка сжимается двумя нормализованными пластинами, имеющими призматические пазы, и притягивается к кронштейну, укрепленному на вертикальной колонне стапеля. Пространство под пластинами заполняют цементом МЦ. Такое крепление обеспечивает возможность установки колонн в любом месте по длине балки и облегчает демонтаж стапеля.

На заводе с применением новых нормализованных элементов собрано несколько различных стапелей (фиг. 10, 11 и фигура в начале статьи).

Их эксплуатация показала надежность крепления всех элементов и исключительную простоту монтажа ступеней. Трудоемкость изготовления последних значительно сократилась. По предварительному подсчету внедрение предложенной системы узлов даст заводу около 180 000 руб. экономии в год.



Фиг. 8. Крепление вилки вместе с выдвижным фиксатором.

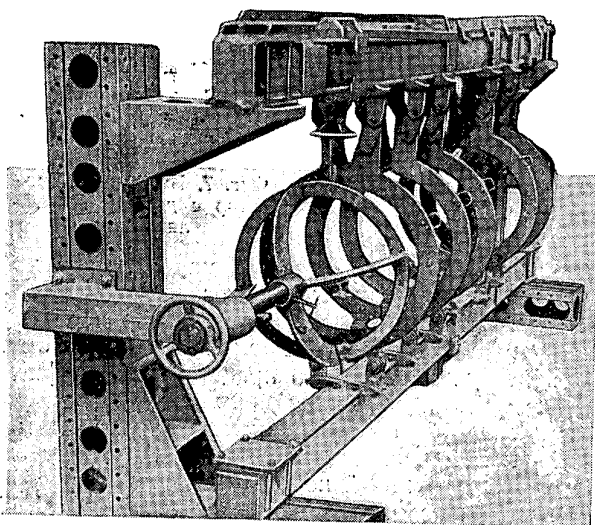


Фиг. 9. Крепление продольной балки на вертикальной колонне.

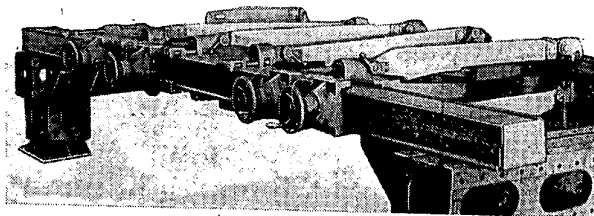
Для более крупных ступеней с продольными балками, изготовленными из швеллеров № 30, в настоящее время на заводе испытывается конструкция узла, показанная на фиг. 12.

К гладкой балке с двух сторон крепят литые чугунные угольники с внутренними ребрами, образующими ячейки для вилок. Для крепления используются шпильки диаметром 20 мм. Под основание угольников подливают тонкий слой цемента МЦ.

В случае необходимости одностороннего крепления рубильников второй угольник заменяют пластиной с тремя отверстиями под шпильки. Во внутрен-

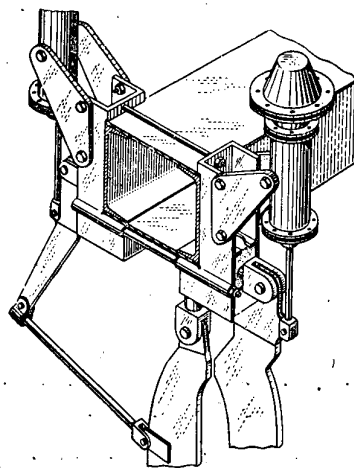


Фиг. 10. Ступень с нормализованными продольными балками.



Фиг. 11. Ступень с нормализованными продольными балками.

них ребрах-перегородках угольника имеются отверстия для круглых штоков (например, реперов). Изготовление опытных образцов показало, что данная конструкция приемлема при любой компоновке крупных ступеней.



Фиг. 12. Узлы крепления для балок крупных размеров.

Широкое внедрение описанной системы нормализованных элементов значительно сократит потребность в металле, особенно в прокате для изготовления ступеней, упростит монтаж приспособлений и даст возможность уменьшить сроки подготовки производства.

От редакции

Отмечая большую актуальность работ, описанных в статье Б. Д. Протопопова, следует указать на необходимость дальнейшего совершенствования предлагаемых конструкций с целью повышения их эксплуатационной надежности, снижения металлоемкости изготовления.

Необходимо также разработать способ крепления фиксаторов к железобетонным балкам, которые в ближайшее время найдут широкое применение.

Редакция просит конструкторов ступеней высказать на страницах журнала свое мнение о конструктивных решениях, изложенных в статье Б. Д. Протопопова.

Унификация технологической оснастки — важный резерв производства

Г. Б. ДЕЙЧ и В. Н. ШАХУРИН

Унифицированные приспособления и приборы экономичны и удобны в эксплуатации

Для большинства двигателестроительных заводов характерна частая смена объектов производства в целом или модификация отдельных их узлов и деталей. Для выполнения таких работ обычно назначают очень короткие сроки.

В этих условиях перед работниками авиационной промышленности возникла острая потребность в изыскании новых путей подготовки и организации серийного производства двигателей.

Важнейшим условием сокращения сроков подготовки является создание унифицированной технологической оснастки, позволяющей за счет изготовления только отдельных сменных элементов обрабатывать и измерять детали, однотипные по своей конструкции и в определенном диапазоне размеров, на одном и том же приспособлении или приборе.

В условиях серийного завода для изготовления даже первых экземпляров современного двигателя требуется не менее 2750—3000 приспособлений, кондукторов и штампов и, примерно, вдвое больше режущего и мерительного инструмента. Для серийного же выпуска нового изделия количество технологической оснастки увеличивается в 2,5—3 раза.

До последнего времени на большинстве заводов при переходе производства с одного объекта на другой или при модификации объектов применяемая прежде технологическая оснастка, как правило, не использовалась и полностью заменялась новой, узкоспециальной. Такое решение вопроса приводило к удорожанию производства и удлинению сроков освоения изделий.

В конце 1956 г. коллектив инженерно-технических работников одного из двигателестроительных заводов предложил создать унифицированную технологическую оснастку для обработки однотипных деталей, пригодную для применения на всех заводах.

После обсуждения этого предложения в Министерстве и НИАТ работа приобрела более широкий масштаб и стала проводиться по двум основным направлениям:

1. Создание типовых технологических процессов обработки деталей.

2. Унификация технологической оснастки применительно к разработанным типовым технологическим процессам.

Работа по типизации технологических процессов и созданию унифицированной оснастки для основных деталей двигателя была распределена между всеми заводами.

Каждый завод-исполнитель должен был, тщательно изучив опыт изготовления закрепленных за ним деталей на всех остальных заводах, выбрать наи-

более прогрессивные конструкции и методы обработки применяемой технологической оснастки, создать типовой технологический процесс и спроектировать унифицированную оснастку, пригодную для использования на всех остальных заводах.

Проекты типовых технологических процессов, предложенные заводом-исполнителем, неоднократно обсуждались совместно с заинтересованными заводами, после чего утверждались НИАТ как рекомендуемые типовые процессы.

Работу по типизации технологических процессов было решено начать с лопаток — наиболее массовых деталей реактивных двигателей. Трудоемкость производства лопаток составляет 30—35% от трудоемкости двигателя и охватывает более 22% всей потребной технологической оснастки. Если учесть конструктивную сложность лопаток, несовершенство и недостаточную универсальность специализированного оборудования для их обработки, необходимость проектирования и изготовления почти полного комплекта технологической оснастки для лопаток каждого нового двигателя, то станет очевидной целесообразность скоростной подготовки производства в первую очередь именно этих деталей.

Ниже приводятся первые результаты работы завода по созданию типового технологического процесса для рабочих лопаток турбины и унификации технологической оснастки.

Типовой технологический процесс механической обработки лопаток турбины

Анализ состояния производства лопаток турбины на двигателестроительных заводах показывает, что при изготовлении даже однотипных деталей методы и основные технологические принципы обработки, а также технологическая оснастка на разных заводах значительно отличаются друг от друга.

На каждом заводе используют различные исходные заготовки, технологические базы, различную последовательность и методы выполнения операций.

На фиг. 1 представлены технологические базы, применяемые при механической обработке лопаток турбины на заводах а, б, в.

При механической обработке лопаток одни заводы за первичную базу принимают спинку штамповки, другие — корыто. При обработке профиля замка лопаток базовыми поверхностями служат полки и торцы замка и плоскости технологической бобышки. Иногда для этого специально создают новые вспомогательные базы — центровочные отверстия на торцах замка.

Типовой технологический процесс механической обработки лопаток турбины

Продолжение

№ операции	Операции	Применяемое оборудование	Технологическая оснастка		Примечание
			приспособления	приборы	
5	Штамповка	—	—	—	—
10	Обрезка облоя с боковых сторон	Специальный анодно-механический станок	у	—	—
15	Обрезка облоя с торца замка и боышки	То же	у	—	—
20	Перенос клейма, номера плавки и порядкового номера детали	Верстак слесарный	—	—	—
25	Фрезерование базовых плоскостей со стороны корыта	Продольно-фрезерный А662	у	—	—
30	Шлифование базовых плоскостей со стороны спинки	Плоскошлифовальный 372	у	—	—
35	Сверление и зенкование, отверстия	Вертикально-сверлильный 2А125	у	—	—
40	Зенкование фасок	То же	—	—	—
45	Фрезерование боковых плоскостей	Продольно-фрезерный А662	у	2у	—
50	Шлифование боковой плоскости со стороны выходной кромки	Плоскошлифовальный 372Б или 373	у	2у*	—
53	Шлифование боковой плоскости со стороны входной кромки	Плоскошлифовальный 3772	—	—	Данные операций выполняются взамен операций 45 и 50 при наличии станка 3772
54	Шлифование боковой плоскости со стороны выходной кромки	Плоскошлифовальный 3772	—	2у*	—
55	Фрезерование торца замка	Вертикально-фрезерный 6Н12	у	у	—
60	Фрезерование входной кромки	Горизонтально-фрезерный 6Н83	у	у	—
65	Фрезерование выходной кромки	Горизонтально-фрезерный 6Н83	у	у*	—
70	Предварительное фрезерование корыта	Горизонтально-фрезерный 6Н83	—	у	—
75	Предварительное фрезерование скоса корыта у комля	Копировально-фрезерный ОФ-31	у	—	—
80	Предварительная проточка профиля спинки	Токарно-копировальный МК-56	—	у	—
85	Предварительная проточка скоса спинки у комля	То же	—	—	—
90	Шлифование базовых плоскостей со стороны спинки	Плоскошлифовальный 3772	—	у*	Приспособление многостаночное
93	Шлифование базовых плоскостей со стороны спинки	Плоскошлифовальный 372Б	у	у*	Операция выполняется при отсутствии станка 3772
95	Притирка базовых плоскостей со стороны спинки	Притирочная плита механическая	—	—	—
100	Шлифование базовой плоскости со стороны корыта	Плоскошлифовальный 372Б	у	у	—

№ операции	Операции	Применяемое оборудование	Технологическая оснастка		Примечание
			приспособления	приборы	
105	Шлифование боышки	Плоскошлифовальный 372Б	у*	у*	—
110	Окончательное фрезерование профиля корыта	Копировально-фрезерный ОФ-31	—	у*	—
115	Окончательное фрезерование скоса корыта у комля	То же	у*	—	—
120	Окончательная проточка профиля спинки	Токарно-копировальный МК-56	—	у*	—
125	Окончательная проточка скоса спинки у комля	То же	—	у*	—
130	Фрезерование клина замка	Вертикально-фрезерный 6Н13	у	у	—
135	Шлифование профиля корыта	Копировально-шлифовальный ленточный МВ-8850	—	у*	—
140	Шлифование профиля спинки	Копировально-шлифовальный ХШ117	—	у*	—
145	Шлифование косо сечения	Копировально-шлифовальный ХШ117	—	у*	—
150	Полирование профиля корыта, спинки, кромок и радиусов перед травлением	Полировальная бабка	—	6у	Дополнительно используется 1 специальный прибор
155	Промывка	Ванна	—	—	—
160	Контроль перед травлением	Стол контрольный	—	*	—
165	Травление	Ванна	—	—	—
170	Протягивание замка	Вертикально или горизонтально протяжной	у	6у	Дополнительно используются 2 специальных прибора
173	Фрезерование клина и профиля замка	Продольно-фрезерный	у	5у*	Операция выполняется при отсутствии протяжного станка
175	Слесарная зачистка замка	Слесарный верстак	—	—	—
177	Фрезерование торца замка	Горизонтально-фрезерный	у	—	Операция выполняется при отсутствии протяжного станка
180	Перенос клейма за операцию "травление"	Слесарный верстак	—	—	—
185	Фрезерование кармана у замка со стороны корыта	Вертикально-фрезерный 6Н11	у	у*	—
190	Фрезерование кармана у замка со стороны спинки	То же	у*	—	—
195	Окончательное полирование профиля корыта, спинки, кромок и радиусов	Полировальная бабка	—	7у*	—
200	Промывка	Ванна	—	—	—
205	Контроль	Стол контрольный	—	7у*	—
210	Фрезерование торца замка со стороны входной кромки	Вертикально-фрезерный 6Н12	у*	у	Угол скоса < 4°

* — повторяющаяся оснастка.

№ операции	Операции	Применяемое оборудование	Технологическая оснастка		Примечание
			приспособления	приборы	
215	Шлифование торца замка со стороны входной кромки	Плоскошлифовальный 372Б	у	у*	—
220	Слесарная	Слесарный верстак	—	—	—
225	Фрезерование торца замка со стороны выходной кромки	Вертикально-фрезерный 6Н12	у*	—	Угол скоса $> 4^\circ$
230	Шлифование торца замка со стороны выходной кромки	Плоскошлифовальный 372Б	у*	—	—
235	Слесарная	Слесарный верстак	—	—	—
240	Фрезерование паза на торце замка	Горизонтально-фрезерный 6Н81	у*	у*	—
245	Шлифование полочки со стороны спинки	Плоскошлифовальный 372Б	у	у	—
250	Шлифование полочки со стороны корыта	То же	у	у	—
255	Скругление радиусов по торцам замка	Слесарный верстак	—	—	—
260	Перенос клейма плавки и порядкового номера детали	Слесарный верстак	—	—	—
265	Отрезка технологического припуска	Специальный шлифовальный	у	у	—
270	Шлифование торцов пера лопаток	Круглошлифовальный	—	—	По узловым технологиям
275	Скругление острых кромок по торцу пера и на полочках со стороны спинки и корыта	Слесарный верстак	—	—	—
280	Промывка	Ванна	—	—	—
285	Контроль	Стол контрольный	—	*	—
290	Контроль частоты колебаний	Специальная установка	—	—	—

* — повторяющаяся оснастка.

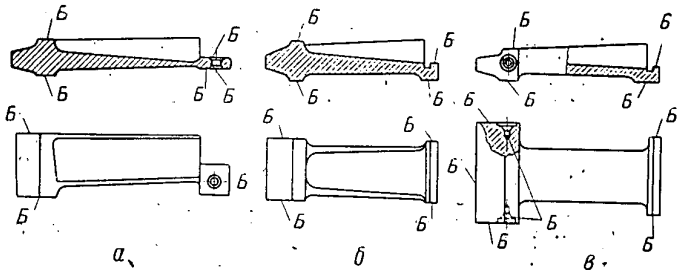
Последовательность операций обработки лопаток на разных заводах также неодинакова. Так, на одних заводах отверстие в технологической бобышке выполняют до обработки боковых сторон, а на других — после; выходную кромку фрезеруют после обработки профиля пера (с припуском только под полировку) или до нее.

В связи с различием методов выполнения одинаковых операций по обработке лопаток конструкции применяемой оснастки также существенно отличаются одна от другой.

Для возможности проектирования унифицированной оснастки, пригодной для использования на всех двигателестроительных заводах, был разработан, с учетом имеющегося опыта изготовления лопаток, типовой технологический процесс механической обработки лопаток турбины (см. таблицу).

За исходную заготовку была принята штамповка с припуском по перу 1—1,5 мм на сторону. На конце пера предусмотрена технологическая бобышка рациональной формы (фиг. 2), жестко связывающая выходную кромку со средней частью сечения пера.

Основными технологическими базами при механической обработке пера и замка приняты полки замка,

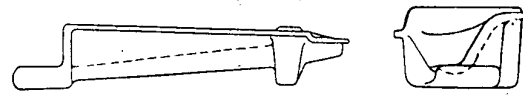


Фиг. 1. Базовые поверхности, применяемые на заводах а, б, в, при обработке лопатки турбины.

Б — базовая поверхность.

опорные поверхности технологической бобышки, отверстие в ней, а также боковые торцы замка. Рекомендуемые базовые поверхности, условно обозначенные буквой Б, приведены на фиг. 3. От этих же баз ведут контроль профиля пера.

После обработки замка контролируют только отклонение конца пера относительно замка в вертикальной плоскости.

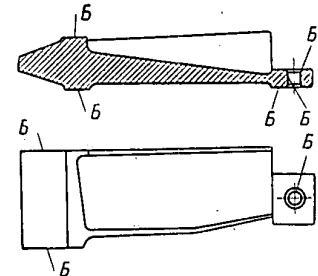


Фиг. 2. Рекомендуемая форма технологической бобышки на конце пера лопатки турбины.

На большинстве заводов облой обрезают на фрезерных станках. Это — очень трудоемкая операция, связанная с большим расходом дорогостоящего быстрорежущего инструмента. Шлифование облой, применяемое на отдельных заводах, целесообразно лишь в случае его небольшой величины.

В разработанном технологическом процессе обрезку облой с боковых сторон, с торцов замка и технологической бобышки выполняют более производительным и дешевым анодно-механическим способом.

Применение технологической бобышки на конце пера рекомендуемой формы оправдало себя на ряде заводов. Операции № 30 — шлифование базовых плоскостей со стороны спинки — и № 50, 53 — шлифование боковых плоскостей замка со стороны входной и выходной



Фиг. 3. Технологические базы, рекомендуемые для механической обработки лопатки турбины.

Б — базовая поверхность.

кромки — выполняются на плоскошлифовальных станках МСЗ мод. 372Б или станках карусельного типа с применением быстродействующих многоместных приспособлений. Это значительно выгоднее, чем выполнение данных операций на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках или на плоскошлифовальных станках МСЗ мод. 372Б или 373 в одноместных приспособлениях.

Операции № 210, 215, 225, 230 — фрезерование и шлифование торцов замка со стороны входной и выходной кромок — и № 177, 240 — фрезерование торца и паза на торце замка — по опыту отдельных заводов рекомендуется выполнять на двух быстродействующих унифицированных приспособлениях с заменой губок.

В середине 1957 г. на заводе был опробован технологический процесс изготовления лопаток, близкий к типовому, который полностью оправдал себя в производственных условиях. В настоящее время на этом заводе заканчиваются работы по переводу производства лопаток турбины на типовой технологический процесс с применением унифицированной технологической оснастки.

Унифицированные приспособления и приборы для обработки и контроля лопаток турбины

Типовой технологический процесс механической обработки лопаток турбины состоит из 40 операций механической обработки; 9 слесарных и полировальных, 4 контрольных и 4 операций травления и промывки.

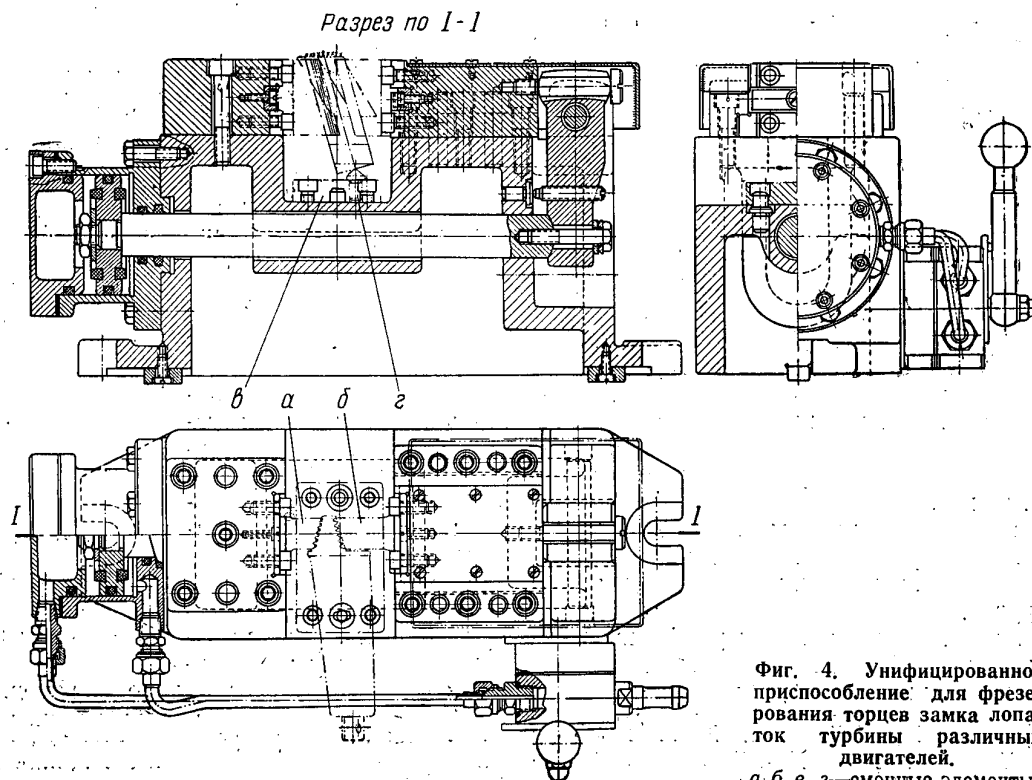
Из 40 операций механической обработки унификации подлежат 27, которые выполняются на универсальном оборудовании с применением специальной технологической оснастки. (В таблице на стр. 28 поддающаяся унификации оснастка выделена буквой «у»). Остальные, главным образом связанные с обработкой пера и выполняемые на специальных металлорежущих станках со специальными наладками, не унифицируются.

Из 27 приборов, которые требуются для контроля лопаток на механических, слесарных и полировальных операциях, унификации подлежат 24.

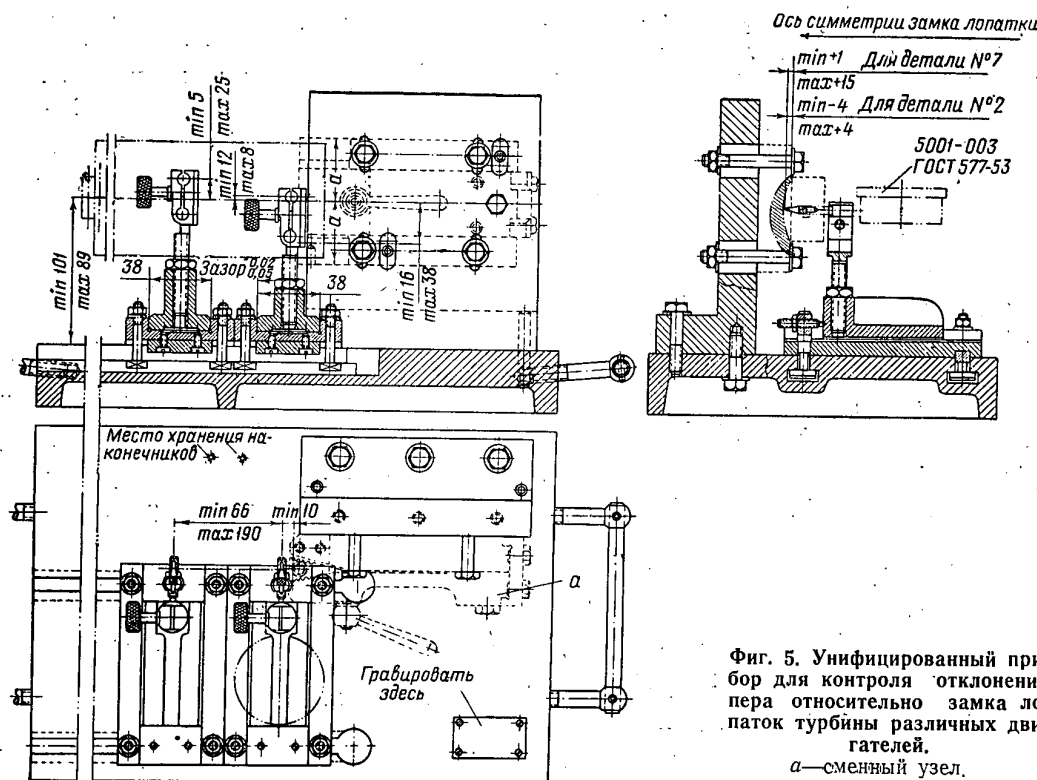
Приведенные цифры показывают, что более 90% приборов и 70% приспособлений, применяющихся в настоящее время для изготовления и контроля лопаток турбины, поддаются унификации и могут быть использованы при переходе производства с одного объекта на другой.

Сущность унификации приборов и приспособлений заключается в том, что при их проектировании, кроме одной определенной детали, для которой предназначена данная оснастка, учитываются также другие аналогичные в технологическом отношении детали, обработка или контроль которых будут возможны на данном приспособлении или приборе при замене минимального количества сменных элементов.

На фиг. 4 показано унифицированное приспособление для фрезерования торцов замка, спроектированное с учетом возможности обработки на нем лопаток турбины, изготавливаемых на всех двигателестроительных заводах; на фиг. 5 — унифицированный прибор



Фиг. 4. Унифицированное приспособление для фрезерования торцов замка лопаток турбины различных двигателей.
а, б, в, г — сменные элементы.



Фиг. 5. Унифицированный прибор для контроля отклонения пера относительно замка лопаток турбины различных двигателей.
а—сменный узел.

для контроля отклонения пера относительно замка лопаток турбины. Его использование при переходе с одного типа двигателя на другой потребует изготовления только сменного узла, обозначенного буквой а.

Широкое внедрение на наших заводах унифицированной оснастки для лопаток и других деталей реактивных двигателей позволит значительно сократить сроки подготовки производства новых изделий и удешевить стоимость изготовления технологической оснастки для них.

Унифицированным приспособлениям рекомендуется присваивать шифр нормальной оснастки. В этом случае они по бухгалтерскому учету будут числиться за цехом, а не за определенным объектом, и не будут списываться с прекращения производства данного объекта. В технологический процесс, кроме основного шифра унифицированной оснастки, необходимо вносить дополнительные шифры сменных элементов, которые являются специальными для данной детали.

Экономическую целесообразность унификации технологической оснастки можно проследить на примере изготовления лопаток турбины.

Для выполнения 27 операций механической обработки лопатки турбины одной ступени необходимо 27 приспособлений, из которых унификации подлежат 20, и 24 унифицированных прибора для контроля. Для двигателя с двухступенчатой турбиной требуется вдвое больше оснастки.

Средняя трудоемкость конструкторских работ, по данным одного из заводов, составляет 66 час. для проектирования специального приспособления, 61 час для проектирования прибора и по 30 час. на копи-

ровку. Средняя трудоемкость конструкторских работ при проектировании сменных элементов к унифицированным приспособлениям — 12 час., к унифицированным приборам — 20 час. и копировка — соответственно 6 и 9 час.

Стоимость проектирования унифицированной технологической оснастки (превышающей по трудоемкости проектирование аналогичной специальной оснастки на 30% по приспособлениям и на 50% по приборам) не учитывается, так как эта работа является разовой, после чего оснастка используется на всех двигателестроительных заводах.

Таким образом, трудоемкость проектирования специальной технологической оснастки для обработки лопаток турбины составляет: по приспособлениям 66 час. $\times 54 = 3564$ час. и по приборам 61 час. $\times 48 = 2928$ час., копировка — по приспособлениям 30 час. $\times 54 = 1620$ час., по приборам 30 час. $\times 48 = 1440$ час.; трудоемкость проектирования сменных элементов к унифицированным приспособлениям для обработки лопаток турбины 12 час. $\times 20 = 240$ час., копировка — 6 час. $\times 20 = 120$ час., трудоемкость проектирования сменных элементов к унифицированным приборам — 20 час. $\times 24 = 480$ час., копировка — 9 час. $\times 24 = 216$ час.

Из приведенного расчета видно, что применение унифицированной технологической оснастки только для одной детали — лопатки турбины — в случае замены объекта или модификации его сокращает трудоемкость проектирования оснастки по конструкторским работам на 5772 часа, по копировке — на 2724 часа.

При средней стоимости одного часа конструкторских работ в 4,5 руб., а копируемых работ в 2 руб.,

экономию от применения унифицированной технологической оснастки для обработки лопаток турбины только по проектированию и копировке ее составит 31 422 руб.

Еще более наглядны преимущества применения унифицированной технологической оснастки в отношении сокращения стоимости ее изготовления.

В условиях серийного производства на каждую операцию механической обработки лопаток турбины в среднем требуется по четыре единицы приспособлений и приборов, поэтому общее количество потребной специальной оснастки, поддающейся унификации, будет составлять по приспособлениям $4 \times 27 = 108$ единиц и по приборам $4 \times 24 = 96$ наименований. Для двухступенчатой турбины потребуется удвоенное количество оснастки, т. е. 216 приспособлений и 192 прибора.

Средняя трудоемкость изготовления специальной оснастки одного наименования для лопаток турбины по данным завода составляет 165 нормочасов на приспособление и 190 нормочасов на прибор. Таким образом, общая трудоемкость подлежащей унификации оснастки составляет: по приспособлениям $165 \times 216 = 35\,640$ нормочасов, по приборам $190 \times 192 = 36\,480$ нормочасов, всего 72 120 нормочасов.

Общая трудоемкость изготовления унифицированной технологической оснастки складывается из двух составляющих: трудоемкости изготовления сменных элементов и трудоемкости изготовления основной, неизменяемой части унифицированных приборов и приспособлений.

Средняя трудоемкость основной части одного унифицированного приспособления составляет 215 нормочасов, одного унифицированного прибора — 240 нормочасов.

Если учесть, что на некоторых унифицированных приспособлениях без переналадки можно выполнять несколько операций, а на всех приспособлениях при замене сменных элементов — аналогичные операции по обработке лопаток обеих ступеней, то для нормальной производственной деятельности на каждую операцию механической обработки потребуется вместо 8 специальных приспособлений — 6 унифицированных. Общее количество необходимых приспособлений снизится, таким образом, с 216 специальных до 162 унифицированных. Отсюда трудоемкость изготовления унифицированных приспособлений без сменных элементов составит 215 нормочасов $\times 162 = 34\,830$ нормочасов, а приборов — 240 нормочасов $\times 192 = 46\,080$ нормочасов.

Унифицированная технологическая оснастка может обслужить, как минимум, три смены объекта или модификации его; трудоемкость изготовления ее для одного объекта будет 26 970 нормочасов. Средняя трудоемкость изготовления сменных элементов к унифицированному приспособлению — 20 нормочасов, к унифицированному прибору — 22 нормочаса. С учетом изготовления сменных элементов (трудоемкостью 7464 нормочаса) общая трудоемкость оснастки составит 34 434 нормочаса.

Из данного расчета видно, что в случае применения унифицированной технологической оснастки сокра-

щение трудоемкости на изготовление оснастки для одного двигателя, без учета накладных расходов, равно примерно 38 тыс. нормочасов. При средней стоимости одного нормочаса 10 руб. экономия при изготовлении унифицированной технологической оснастки только для лопаток турбины к одному двигателю составит 380 тыс. руб. Использование унифицированной оснастки значительно снижает и расход металла. В среднем на каждое специальное приспособление и прибор расходуется 50 кг стали и 40 кг чугуна; на более сложное унифицированное приспособление или прибор расход металла будет примерно на 30% больше. Унифицированная оснастка позволит сэкономить 13 т чугуна и 22 т стали, или 44 тыс. руб. (при средней стоимости 1 т отливок чугуна в 2200 руб. и стали 700 руб.). Общая экономия от применения ее только для механической обработки лопаток турбины будет составлять 455 тыс. руб., без учета заводских накладных расходов.

Так как унификация технологической оснастки проводится не только для лопаток турбины, но и для остальных лопаток, а также для дисков турбины, компрессора и ряда других деталей, она охватывает примерно до 20% всех приспособлений и приборов, т. е. около 500 наименований, что дает более 4 млн. руб. экономии.

В настоящее время первый этап работы по типизации технологических процессов и унификации оснастки закончен. На большинстве двигателестроительных заводов разработаны, согласованы и утверждены типовые технологические процессы, спроектирована и изготавливается в металле унифицированная технологическая оснастка.

Итоги первого этапа работы были подведены на совещании ответственных представителей заводов, работников Министерства и НИИТ, совместно с представителями Совнархозов. Совещание одобрило продолженную работу и наметило дальнейшее продолжение ее.

Унифицированную оснастку решено внедрять:

- при запуске в производство новых изделий;
 - при изготовлении дублеров существующей специальной оснастки;
 - взамен существующей специальной оснастки действующего технологического процесса, там, где это экономически целесообразно.
- По нашему мнению, применение унифицированной технологической оснастки, особенно для лопаток, должно найти широкое распространение не только на серийных заводах, но и в опытном производстве, так как:

- унифицированные приспособления и приборы, не требующие очень высокой точности, значительно дешевле универсальных сборных приспособлений, применяемых на опытных заводах. По точности унифицированные приспособления и приборы ничем не отличаются от обычных специальных;
- унифицированные приспособления более удобны в эксплуатации и, как правило, являются быстродействующими;
- наличие чертежей позволяет осуществлять периодический контроль за состоянием оснастки.

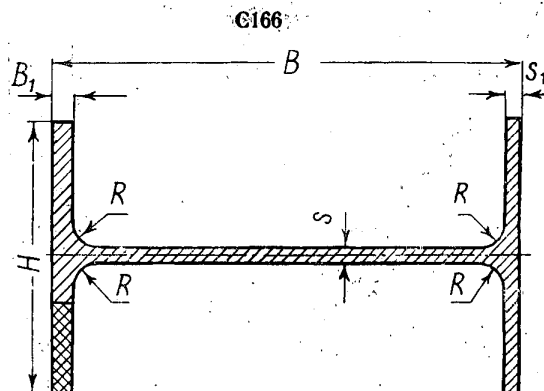
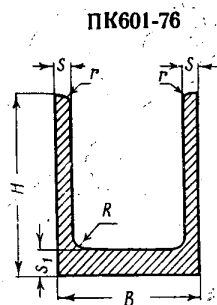
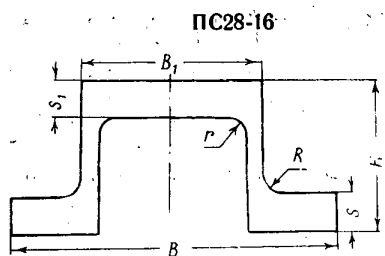
Грессованные **ПРОФИЛИ**



для

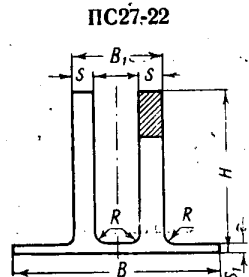
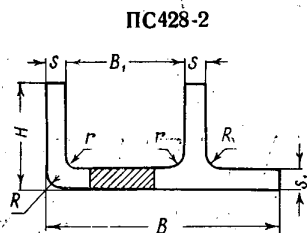
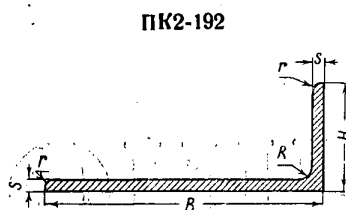
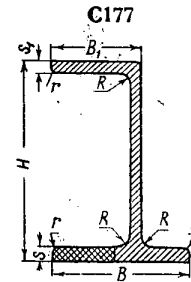
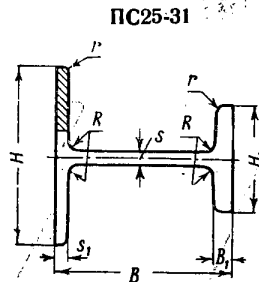
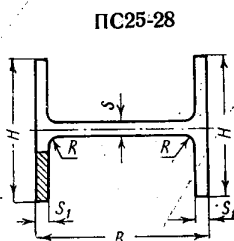
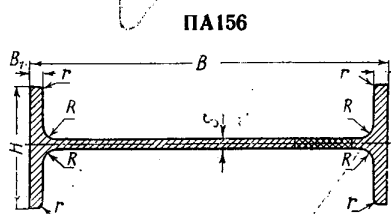
**АВИАЦИОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Профили



№ профиля	B	B ₁	H	s	s ₁	R	r
ПС28-16	92,0	50,0	41,0	10,0	12,6	4,0	3,0
ПС28-17	92,0	50,0	41,0	8,0	3,0	4,0	3,0
ПК601-76	40,0	—	50,0	4,0	7,0	3,0	2,0
ПК725	39,0	—	57,0	4,0	4,5	3,0	3,0
С166	100,0	4,0	58,0	2,0	3,0	4,0	—
ПА156	128,0	5,0	44,0	2,5	4,0	5,0	0,2
ПС25-28	48,0	—	40,0	2,5	3,0	4,0	—
ПС25-31	48,5	4,0	50,0; H ₁ =30,0	2,5	2,5	4,0	1,0
С177	49,0	32,0	72,0	5,0	4,0	4,0	1,0
ПК2-192	100,0	—	39,0	4,0	—	5,0	2,0
ПС428-2	33,0	17,0	15,0	2,5	3,0	3,0	1,0
ПС27-22	58,0	24,0	46,0	5,0	2,0	3,0	—

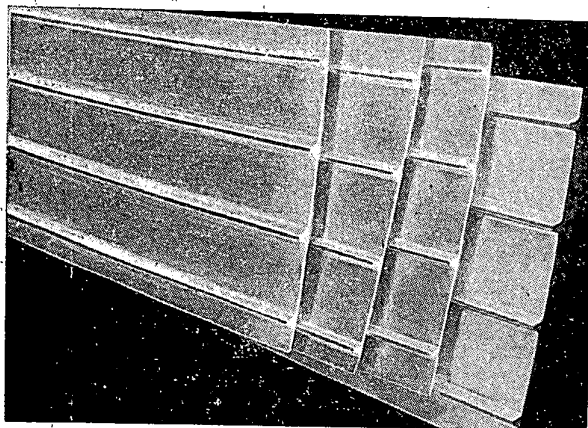
Профили изготавливаются из сплавов Д1, Д16, В95, АМг, АМгЗ, АМгБ, АМгб, АМц, АД и АД1.



Прокатка ребристых листов из алюминиевых сплавов*

[А. И. МИХЕЕВ, Н. Ф. АНОШКИН, В. Ф. КАЛУГИН и Х. С. ПРОЩИЦКИЙ]

Промышленный метод производства листов с ребрами жесткости



Ребристые листы, прокатанные на четырехвалковом стане.

Для ряда элементов конструкции самолетов выбор необходимой толщины обшивки определяется не только прочностью, но и жесткостью. Применяемые с этой целью более толстый листовый материал и тяжелый подкрепляющий набор увеличивают вес конструкции, повышают трудоемкость и стоимость производства. Все это делает необходимым изыскание новых, более рациональных конструктивных форм обшивки и технологических процессов.

Наиболее целесообразным является замена гладкой обшивки ребристой, которая при одной и той же приведенной толщине имеет значительно большую жесткость. В настоящее время в конструкции самолетов все чаще используются так называемые жесткие панели, представляющие собой листы различной толщины и формы, имеющие на одной из поверхностей элементы жесткости (ребра). Применение их увеличивает жесткость конструкции, уменьшает ее вес, сокращает количество деталей и упрощает сборку.

Известно несколько способов получения жестких панелей: штамповка, прессование, литье, механическая обработка толстых листов на специальных металлорежущих станках и глубокое травление. Все перечисленные способы имеют свои преимущества и недостатки. Так, например, штамповкой можно изготовить панель с ребрами в различных направлениях. Однако размеры таких ребристых листов незначительны, а для их выполнения требуются прессы усилием 18 000, 30 000 т и более. Прессованием можно

получить панели большой длины и с различной формой ребер, но поперечные размеры их будут зависеть от диаметра контейнера, предельно допустимой вытяжки и усилия прессы. Литьем получают панели с ребрами большой высоты, расположенными в разных направлениях, однако прочность их сравнительно невелика. Механической обработкой толстых листов изготавливают панели не только различной формы, но и переменной толщины. Недостатками этого способа являются большие отходы металла, необходимость иметь специальные металлорежущие станки, а также значительные затраты рабочего времени. Травлением можно получить листы с различным направлением ребер; однако в результате неравномерной глубины травления они имеют разную толщину. Кроме того, нанесение защитного покрытия является еще сложным процессом, а малейшее нарушение его сплошности приводит к непоправимому браку.

Описанными выше способами (кроме механического и химического) нельзя изготовить ребристую панель толщиной менее 2 мм, имеющую высокие механические свойства, в то время как в конструкции самолета применяются панели толщиной 0,5 мм. Такие жесткие панели можно получить либо механической обработкой, либо прокаткой.

ВИАМ совместно с заводом проведены исследования, в результате которых разработана калибровка, позволяющая в лабораторных условиях получить ребристые листы.

Особенности прокатки и калибровки листов с ребрами жесткости

Лист с ребрами жесткости представляет собой сложный профиль большой ширины, как бы состоящий из нескольких швеллеров. Однако существенная разница между ребристым листом и швеллерным профилем, заключающаяся в том, что первый ограничен несколькими ребрами, а второй только двумя, не позволяет осуществить его калибровку по типу калибровки фланцевых профилей.

Важной особенностью прокатки ребристых листов является необходимость равномерной вытяжки всех частей профиля, а также невозможность утонять ребра в процессе прокатки.

Характер деформации в фасонных калибрах в большой степени связан с различием диаметров катающих поверхностей, из-за чего разные части профиля прокатываются с различными скоростями. Так, при прокатке балки наиболее сильное воздействие на нее оказывают поверхности, катающие шейку, поэтому вся балка выходит из валков со скоростью, соот-

* В работе принимали участие С. А. Вигдорчик, Е. Я. Блинов, В. Д. Быков и А. С. Коромыслов.

ветствующей скорости этих поверхностей. При прокатке ребристых листов характер деформации в отдельных его частях аналогичен характеру деформации при прокатке балки, но выполнить калибры с открытыми фланцами невозможно, хотя по форме они напоминают балочные калибры.

Лабораторные исследования по прокатке ребристых листов

В 1954 г. был предложен способ получения тонких ребристых листов прокаткой из прессованной профилированной заготовки. Была разработана специальная калибровка (табл. 1) и рассчитаны размеры

Таблица 1
Расчетные данные калибровки ребристых листов для двухвалкового стана

Номер калибра	Толщина листа в мм	Уменьшение толщины листа в мм	Коэффициент вытяжки листа	Высота верхнего ребра в мм	Высота нижнего ребра в мм	Коэффициент вытяжки по ребру
Исходная заготовка	5,5	—	—	25,0	11,5	—
1	4,0	1,5	1,375	17,4	8,0	1,43
2	3,0	1,0	1,33	14,6	5,0	1,3
3	2,4	0,6	1,25	12,3	4,0	1,21
4	2,0	0,4	1,2	10,5	3,0	1,21
5	1,65	0,35	1,21	9,3	2,0	1,2
6	1,40	0,25	1,18	8,3	1,3	1,18
7	1,15	0,25	1,21	9,0	—	1,21
8	0,95	0,20	1,21	7,0	0,2	1,24
9	0,80	0,15	1,18	5,5	—	1,29

исходных заготовок. В качестве заготовки под прокатку использовали фрезерованную профилированную панель из сплавов Д16 и В95. Заготовки предварительно нагревали в электропечи до 450—470° С. В первом калибре их прокатывали с разовой деформацией ~35%. Перед прокаткой во втором калибре образцы опять нагревали. Всего было нарезано девять калибров, и в каждом из них заготовки прокатывались за один проход.

Исследования прокатки ребристых листов в заводских условиях

В задачу исследований входила разработка промышленного метода производства листов с ребрами жесткости. Необходимо было изучить возможности значительного сокращения количества проходов, замены горячей прокатки холодной, выявить оптимальные условия прокатки.

При получении профилированных заготовок под прокатку было опробовано два метода: прессование на горизонтальном прессе и штамповка на молоте. При прессовании использовались профилированная полоса шириной 250 мм и профилированная труба

диаметром 195 мм, которую затем разрезали по образующей и разворачивали. Ширина заготовки при этом равнялась 600 мм. Недостатком получения профилированной заготовки являлось то, что прессованные трубы имели значительную разнотолщинность, а развертка их была трудоемкой операцией. Опробование метода штамповки заготовок на молоте положительных результатов не дало.

Для прессования профилированной полосы шириной 250 мм в соответствии с предложенной калибровкой была изготовлена матрица, позволявшая получать одновременно три полосы; для прессования профилированных труб применялся специальный инструмент. Прессование вели на горизонтальном прессе усилием 3500 т при температуре слитка 430—460° С и контейнера 410—420° С с обильной смазкой контейнера и матрицы обычной графитовой смазкой. Отпрессованные полосы правили на растяжной машине.

Следует заметить, что принятый порядок расположения очков в матрице приводит к неравномерной деформации каждого очка, в результате чего искажаются размеры прессуемых заготовок. Так, у заготовок, выходящих из среднего очка, разнотолщинность листа колебалась до 1 мм.

Так как в производственных условиях трудно осуществить горячую прокатку тонких листов, их прокатывали только в холодном состоянии, с отжигами перед каждым проходом. Полосу шириной 250 мм прокатывали на шестивалковом стане (с длиной бочки валка 1300 мм, диаметром рабочего валка 300 мм, опорного 750 мм, мощностью двигателя 285 квт).

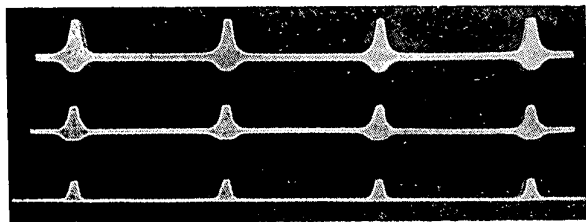
Калибровкой предполагалось получать ребристые листы толщиной 0,8 мм за восемь проходов (в восьми калибрах). В результате прокатки были получены ребристые листы длиной 8 м и толщиной 1,3 мм. В дальнейшем было решено сократить количество проходов при прокатке до трех. В результате для четырехвалкового стана была разработана калибровка (табл. 2), которая дает возможность прокатывать ребристые листы шириной до 1 м при толщине 1,5 мм.

Таблица 2
Расчетные данные калибровки ребристых листов для четырехвалкового стана

Номер калибра	Толщина листа в мм	Изменение толщины листа в мм	Коэффициент вытяжки листа	Высота верхнего ребра в мм	Изменение высоты верхнего ребра в мм	Высота нижнего ребра в мм	Изменение высоты нижнего ребра в мм	Коэффициент вытяжки по ребру
Исходная заготовка	5,0	—	—	8,0	—	20,0	—	—
1	3,5	1,5	1,43	5,0	3,0	14,0	6,0	1,46
2	2,2	1,3	1,59	2,0	3,0	10,0	4,0	1,595
3	1,5	0,7	1,465	0,0	2,0	8,0	2,0	1,495

На фиг. 1 показана последовательность изменения заготовки при прокатке в трех калибрах.

Ребристые листы шириной до 600 мм предполагалось получать прокаткой из прессованных труб. Однако из-за большой разнотолщинности (до 3,0 мм) прокатать их не удалось и дальнейшая обработка технологии прокатки ребристых листов проводилась на прессованных полосах шириной 250 мм (сечение показано на фиг. 2).



Фиг. 1. Последовательность изменения заготовки при прокатке в трех калибрах.

Прессованные заготовки перед прокаткой отжигали в печи сопротивления. Режим отжига: нагрев в течение 2 ч. 20 мин. до 420—430°С и охлаждение в течение 3 час. до 200°С. Разнотолщинность каждой заготовки колебалась в пределах 0,1—0,25 мм. В первом калибре их прокатывали за один проход с толщины 5,0 мм на 3,5 мм с деформацией 30%. После прокатки всех заготовок валки с первым калибром заменяли валками со вторым калибром, а заготовки вновь отжигали. В третьем калибре они прокатывались за один проход на лист размером



Фиг. 2. Исходная прессованная заготовка из сплава Д16.

1,5 мм. После этого (см. фигуру в начале статьи) толщина листов была 1,55—1,60 мм; высота ребер—8,0 мм. Прокатанные листы были закалены. Режим закалки: нагрев в селитровой ванне до 500°С, выдержка 45 мин., закалка в воду. После термической обработки листы правили на растяжной машине и травили. В табл. 3 приведены механические свойства ребристых листов после термической обработки и правки.

В целях сравнения жесткости обычных и ребристых листов одинаковой приведенной толщины были проведены испытания на поперечный и продольный изгиб. Установлено, что при поперечном изгибе на-

Таблица 3
Механические свойства ребристых листов

Вдоль листа		Поперек листа		Примечание
предел прочности в кг/мм ²	относительное удлинение в %	предел прочности в кг/мм ²	относительное удлинение в %	
46,2	20,4	45,0	16,0	—
47,9	21,0	45,0	10,0	Имеется обрыв по закату у основания ребра
47,8	21,0	45,0	15,6	—

грузка на плоский лист в 5 раз, а при продольном — в 9,5 раза меньше, чем ребристого.

Следует отметить некоторые особенности прокатки ребристых листов из прессованной заготовки. Холодная прокатка прессованной, хорошо отожженной заготовки с разнотолщинностью более 0,4 мм, практически невозможна. Вследствие различных скоростей катающих диаметров заготовка стремится изогнуться в сторону ребер, в результате чего происходит оковывание валков. Поэтому прокатку можно проводить только при наличии на стане выводных проводок. При прокатке ребристых листов в первом калибре иногда отрываются ребра, что также связано с различием скоростей катающих диаметров. Для устранения этого явления необходимо у заготовок со стороны подачи в валки спиливать ребра под углом 45°.

Выводы

1. Разработана технология, обеспечивающая возможность организации промышленного выпуска ребристых листов.

2. Результаты опытных работ, проведенных с целью получения ребристых листов шириной 250 мм, указывают на необходимость продолжения производственных опытов в направлении:

а) уточнения технологии производства листов шириной 500—800 мм;

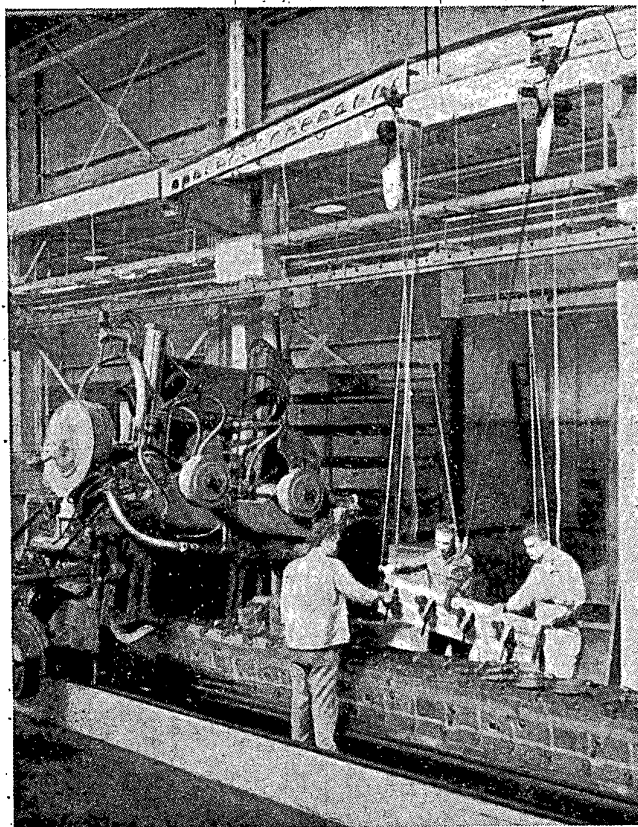
б) разработки системы калибровок, обеспечивающих возможность выпуска листов различной толщины (от 0,8 до 5,0 мм) при минимальном парке калиброванных валков.

3. Проведение опытных работ по изготовлению ребристых листов шириной 500—800 мм и освоение их производства необходимо сосредоточить на заводах, имеющих мощные горизонтальные гидравлические прессы и достаточно мощные и жесткие прокатные станы.

Изготовление длинных деталей из прессованных профилей

Н. М. КРЫЛОВА, В. М. ЖУРАВЛЕНКО и А. А. ТИММ

Вопросы технологии обработки профилей переменного сечения



Установка секций гидростола.

Длинные детали, выполненные из прессованных профилей, широко применяются в конструкциях современных самолетов. К ним относятся детали продольного набора каркаса самолета (пояса и стрингеры) и частично поперечного набора (пояса нервюр и шпангоутов).

Длинные детали среди всего количества механически обрабатываемых деталей для разных типов самолетов составляют по номенклатуре 2—5%, а по трудоемкости изготовления—6—14%.

Многие зарубежные самолетостроительные фирмы наряду с уникальными специализированными станками для обработки длинных деталей оснащены обычными продольно-фрезерными станками Farnham, Newton, Geller и др.

Заслуживает внимания крупный специализированный станок фирмы Onsgud (фиг. 1) общей длиной 32 м для фрезерования лонжеронов из алюминиевых сплавов. Станок имеет четыре шпинделя — два горизонтальных и два вертикальных, управляемые с помощью копиров и приводимых четырьмя двигателями общей мощностью 200 л. с.

За один ход каретки, несущей все четыре шпинделя, можно обработать по переменному сечению ребро с двух сторон и по переменной толщине — две полки лонжерона. Подача кареток — с бесступенчатым регулированием от 254 до 5075 мм/мин.

На заводе фирмы Douglas эксплуатируется многопортальный уникальный фрезерный станок фирмы Vesper Rapi, предназначенный для обработки поясов лонжеронов (фиг. 2). Восемь подвижных поворотных и неповоротных порталов установлены на станине длиной 94 м и действуют независимо друг от друга. У поворотных порталов ось отклоняется на 15° вправо и влево от вертикали. Каждый портал оснащен двумя фрезерными головками мощностью по 40 л. с.; скорость вращения шпинделя 3600 об/мин. Вертикальное и поперечное передвижение головки контролируется следящим гидравлическим устройством. На фиг. 3 показана головка, установленная под углом 15°.

Секционные спиральные шаблоны толщиной 3 мм из алюминиевых сплавов (фиг. 4) укладывают на алюминиевые барабаны (фиг. 5), движение которых связано с движением портала; при вращении они находятся в постоянном контакте с гидравлическим следящим устройством.

Управление рабочим циклом, начиная от включения насоса, подающего эмульсию, и кончая остановкой шпинделя фрезерной головки и прекращением подачи воздуха в систему смазки и стружкоудаления, осуществляется с помощью одной кнопки.

Станок снабжен гидростолом общей длиной 88 м и шириной 4,57 м. Стол состоит из 72 секций длиной 1,2 м каждая (фиг. 6 и фигура в начале статьи). Любую из восьми кареток можно быстро установить относительно обрабатываемой детали так, чтобы ось каретки совпала с осью шпоночного паза станины; затем, поворотом привода копиров, вручную ставят их в нулевое положение. Для этого используют эталонный копир (фиг. 7).

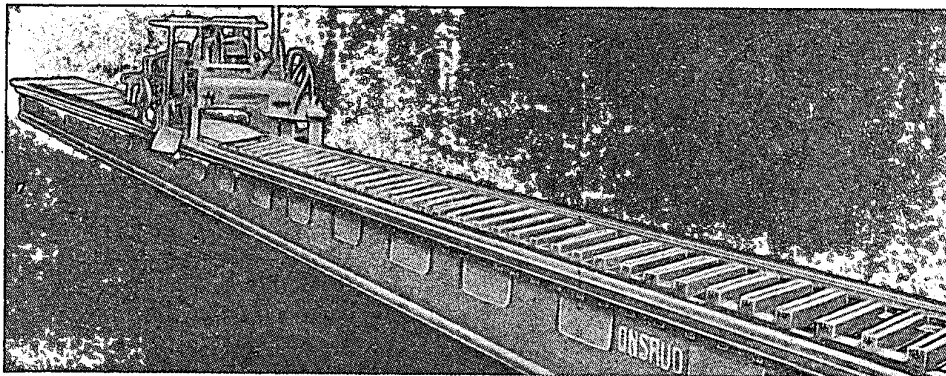
Исходными заготовками для деталей типа стрингеров и поясов как в отечественной промышленности, так и за рубежом являются преимущественно нормализованные прессованные профили.

Опыт работы НИАТ и заводов показал, что назначение конструкторами исходной заготовки по существующим нормам профилей не обеспечивает повышения коэффициента использования металла и соответственного снижения трудоемкости изготовления длинных деталей.

Конструкторы ОКБ часто не учитывают того, что металлургической промышленностью уже освоены некоторые простые прессованные профили переменного сечения, а также прессованные стальные про-

с большими припусками на обработку. Коэффициент использования стали 30ХГСНА в этом случае 27—40%.

На одном из заводов благодаря переводу поясов



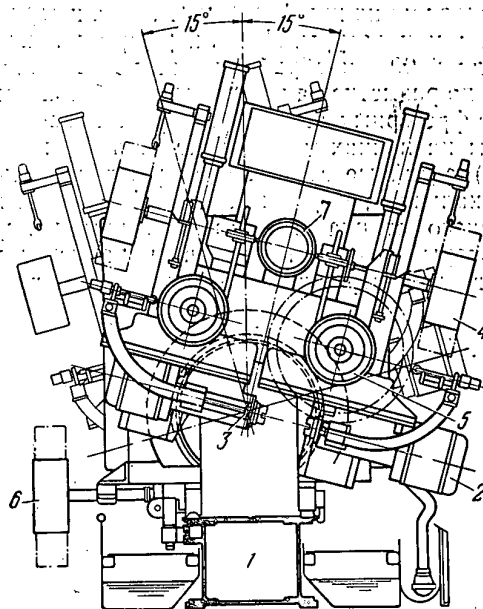
Фиг. 1. Станок Onsrud для фрезерования лонжеронов.

фили. Одним из заводов предложена схема прессования со следящей системой, что даст возможность получать переменное сечение в одном, двух и трех направлениях (фиг. 8). Анализ обработки заготовок из прессованных профилей для машины тяжелого типа показал, что коэффициент использования металла в них чрезвычайно низок и составляет в среднем 37%. Введение 120 заготовок постоянного сечения более рациональной формы позволило повысить этот коэффициент до 56%, сэкономило 2820 кг металла и снизило трудоемкость на 1050 нормочасов на машину. Применение для той же машины прессованных профилей переменного сечения экономит еще 2160 кг металла и снизит трудоемкость на 555 нормочасов. Коэффициент использования металла по отдельным группам деталей повысится до 90%.

Наши заводы получают стальные профили из проката или штампованных заготовок в обоих случаях

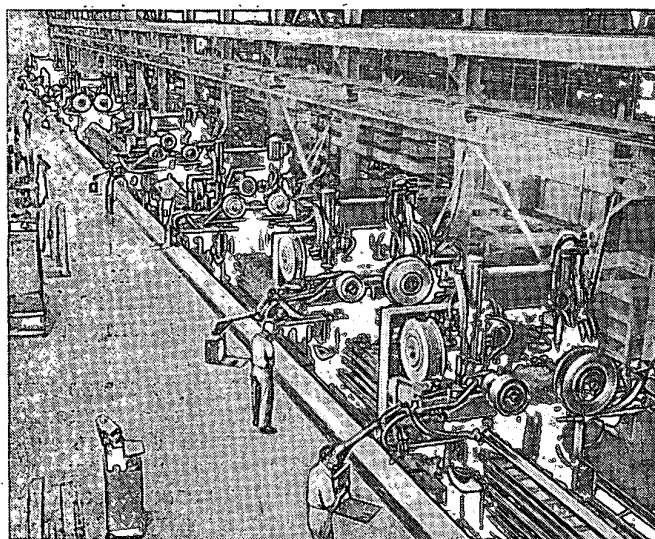
17 наименований на изготовление из прессованных профилей вместо катаных сэкономлено 800 кг стали 30ХГСНА и трудоемкость изделия снижена на 170 нормочасов.

Для стрингеров с монолитной законцовкой приняты заготовки из прессованных профилей с головкой



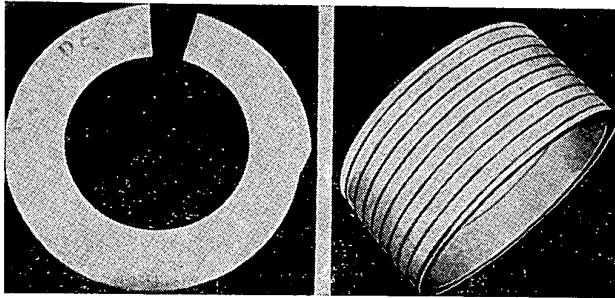
Фиг. 3. Головка, установленная под углом 15°.

1—секция стальной длиной 8,5 м; 2—фрезерная головка мощностью 40 л. с.; 3—центр поворота; 4, 5 и 6—спиральные копиры соответственно для вертикального, поперечного и поворотного движения; 7—копир программного управления.



Фиг. 2. Многопортальный фрезерный станок фирмы Vesner Rapé для обработки поясов лонжеронов.

в виде бруса или приближенного к сечению контура (фиг. 9). В настоящее время на металлургических заводах осваивается штамповка законцовок с минимальным количеством механически обрабатываемых поверхностей.

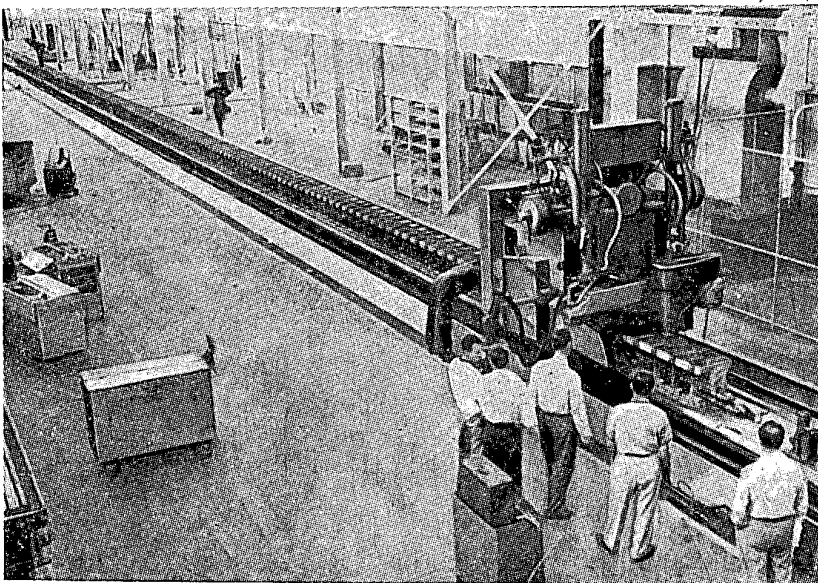


Фиг. 4. Секционный спиральный шаблон.

Фиг. 5. Барабан секционных шаблонов.

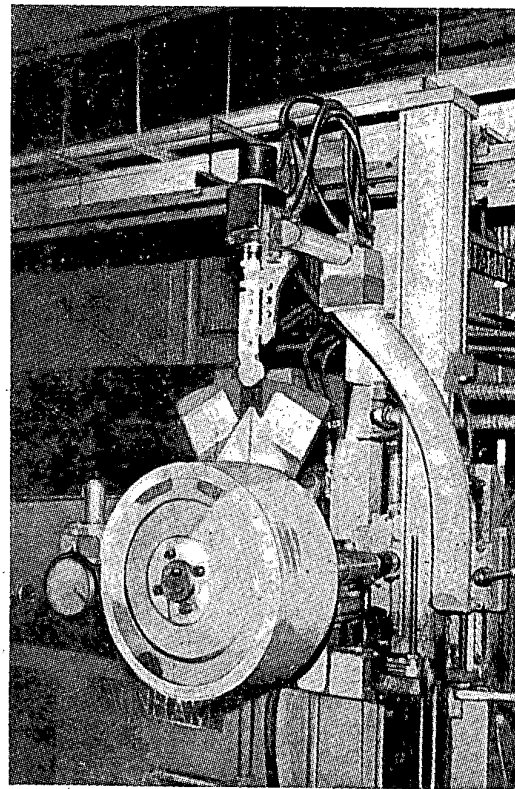
Наиболее трудоемкой и ответственной операцией при обработке поясов и стрингеров является фрезерование малки и профиля переменного сечения, так как сложно установить деталь и выдержать толщину полок и ребер в пределах допусков, заданных чертежом. Появление в самолетостроительной промышленности специализированных продольно-копировальных фрезерных станков ПКФ-12, КФС-20 и фильерного приспособления конструкции инженера Маметова в свое время снизило трудоемкость изготовления поясов и стрингеров в пять-шесть раз и, кроме того, улучшило качество деталей. В настоящее время эти станки имеются на большинстве отечественных заводов; на них фрезеруют пояса и стрингеры широкой номенклатуры. Пояса нервюр и шпангоутов длиной до 2500 мм обрабатывают по сечению, как правило, по разметке на различных продольно- и вертикально-фрезерных станках с переустановками.

Вырезы на полках и скосы на полках и ребрах (фиг. 10) серийные заводы фрезеруют по разметке на вертикально-фрезерных станках. Намечается создание такого станка с автоматическим копированием, который позволит исключить разметку и сократить время, затрачиваемое на установку детали.



Фиг. 6. Гидростол, смонтированный на станке.

На ведущих заводах не разрешен еще удовлетворительно вопрос о фрезеровании законцовочных фитингов, монолитных со стрингерами. Одни заводы



Фиг. 7. Эталонный копир.

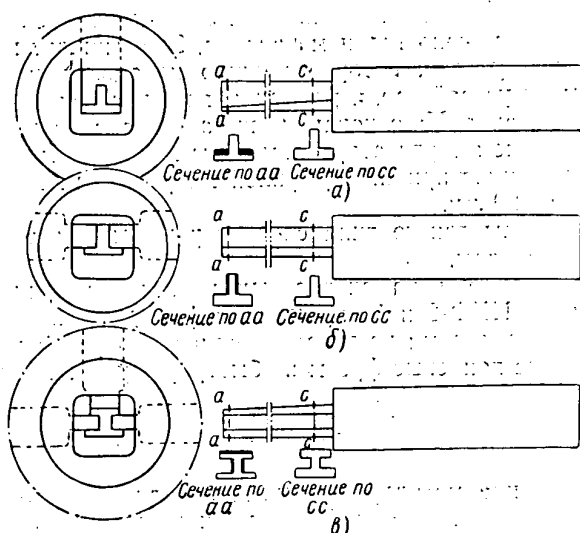
фрезеруют их по разметке, другие частично механизировали эту операцию.

Время обработки законцовки стрингера на различных заводах колеблется от 3 до 5,5 час. Для фрезерования гребня и переходной части на одном из заводов модернизирован горизонтально-фрезерный станок, и обработку ведут по копиру. Другой завод заказал Горьковскому заводу фрезерных станков три станка:

- а) горизонтально-фрезерный для снятия припуска с двух сторон законцовки;
- б) горизонтально-фрезерный с вертикальным копированием для фрезерования гребня и переходной части;
- в) копировальный вертикально-фрезерный для фрезерования контура законцовки.

При переходе на крупную серию для обработки штампованных законцовок стрингеров целесообразно создать специализированный четырехшпиндельный станок. Такой станок позволит значительно сократить вспомогательное время, высвободить производственную площадь, занимаемую четырьмя выполняющими ту же работу фрезерными стан-

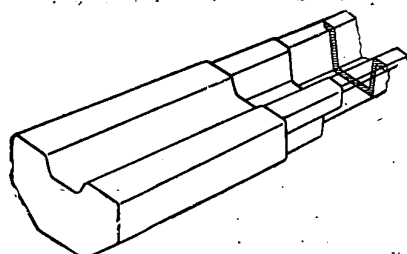
ками, и намного снизить трудоемкость; на полную обработку законцовочного фитинга потребуется не более 15 мин.



Фиг. 8. Схема наладок для прессования профилей переменного сечения.

а—с одним подвижным элементом; б—с двумя подвижными элементами; в—с тремя подвижными элементами.

Трудоемкой операцией при обработке стрингеров и поясов является сверление отверстий. Отдельные пояса имеют на ребре и полках свыше 400 отверстий. Некоторые заводы изготовили для этой операции специальные станки со сверлильными головками,



Фиг. 9. Прессованная заготовка стрингера с законцовкой.

снабженными складывающимся хоботом. Деталь закрепляют на столе этих станков, а каретка со сверлом перемещается вдоль детали. Операцию ведут по накладному кондуктору через направляющую втулку. Сверление одного отверстия занимает 5—6 сек.

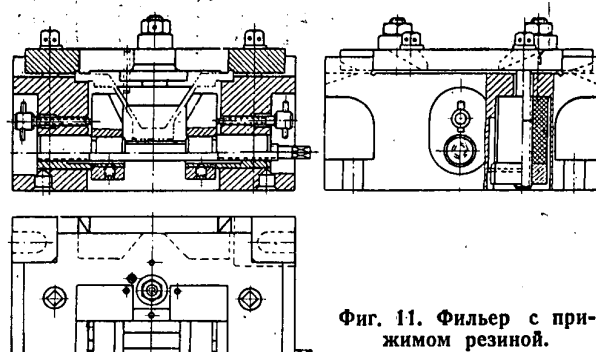


Фиг. 10. Вырезы и скос на полках пояса нервюры.

Стальные пояса из стали 30ХГСНА ранее изготавливали на продольно-фрезерных станках Kolman, Geller, Newton и других, не обеспечивающих обработку поясов без разметки и переустановок.

В настоящее время заводы получили первые экземпляры станков ПКФ-8, предназначенных для

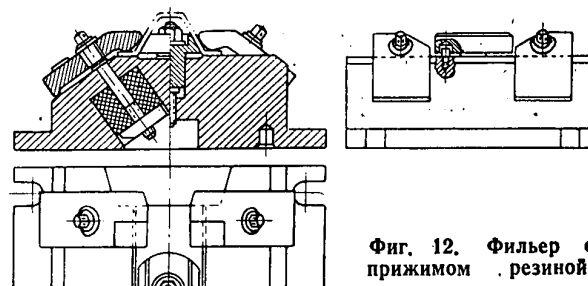
обработки длинных деталей из стальных и дуралюминовых прессованных профилей. Следует пересмотреть длину заготовок для длинных деталей, исходя из того, что наименьшая длина обработки на станке ПКФ-8 в фильерном приспособлении при работе одного шпинделя—3600 мм, а при работе горизонтальных и вертикальных фрезерных головок — не менее 5000 мм.



Фиг. 11. Фильер с прижимом резиной.

Можно предусматривать заготовки для двух-трех деталей и фрезеровать их по переменному сечению ребра и полки на станках ПКФ-8, ПКФ-12 в фильерном приспособлении с последующим разрезанием.

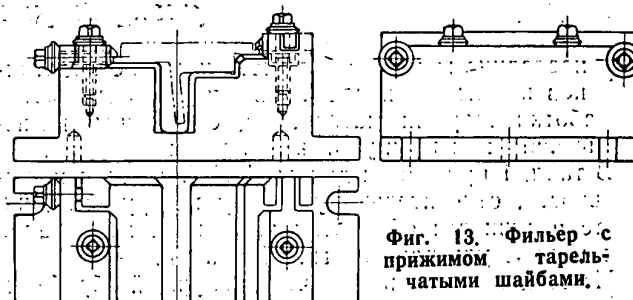
Крупным недостатком станка ПКФ-8 является невозможность обработки на нем за один ход переменных сечений ребра и полок пояса разной толщи-



Фиг. 12. Фильер с прижимом резиной.

ны, так как каждая головка станка осуществляет автоматическое копирование только в одной плоскости.

В дальнейшем предполагается модернизация станков ПКФ-8; 12; 16; 20 с добавлением второго вертикального шпинделя и с приданием вертикальным шпинделям, кроме поперечного движения, еще и вер-



Фиг. 13. Фильер с прижимом тарельчатыми шайбами.

тикального движения от копира. Наряду с этим будет обеспечен установочный поворот головок под углом до 90°.

Актуальна типизация фильерных приспособлений для фрезерования длинных деталей на станках. Фильер создает правильное положение профиля от-

чатыми шайбами (фиг. 13) и спиральными пружинами (фиг. 14).

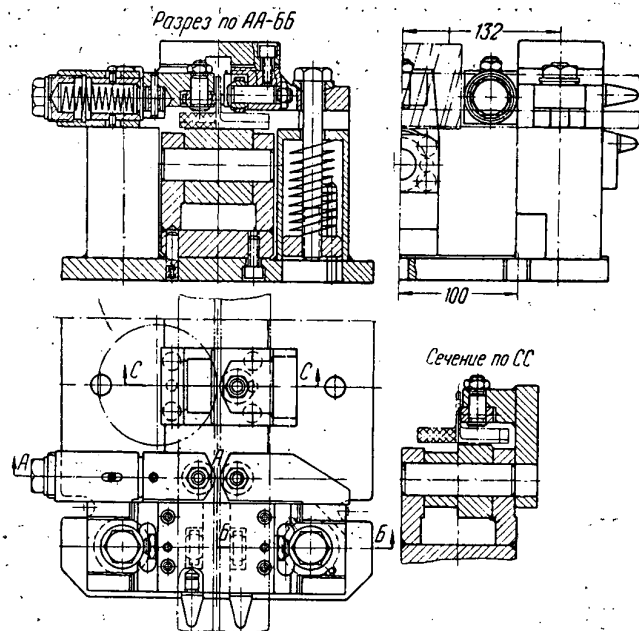
На фиг. 14 показан фильер с опорными и зажимными роликами вместо планок. Здесь трение скольжения заменено трением качения. Это снижает продольное усилие, которое должно преодолевать зажимное устройство, и разгружает привод подачи каретки станка. На основании опыта одного из заводов резиновые амортизаторы заменены пружинными, что обеспечивает прижим профилей с перепадом по сечению до 20 мм.

Фильеры такого типа следует рекомендовать нашим заводам.

Для работы на скоростных режимах резания в станках ПКФ-8 и 12 применяют фрезы, армированные пластинками из твердого сплава Т15К6, и нормальные концевые фрезы из быстрорежущей стали.

Выводы

Освоение металлургическими заводами прессования и правки профилей переменного сечения будет способствовать уменьшению трудоемкости обработки длинных самолетных деталей. Однако технология обработки этих деталей еще недостаточно отработана. Нужно продолжать исследования в области более рациональной правки заготовок; гибки поясов нервюр и шпангоутов переменного сечения; унифицировать размеры сечений законцовок стрингеров; разработать каталог стальных прессованных профилей и профилей переменного сечения; модернизировать ряд станков, снабдив их дополнительными шпинделями и копирувальными механизмами.



Фиг. 14. Фильер с прижимом спиральными пружинами.

носителю фрезы и гасит вибрации при фрезеровании, обеспечивая необходимую чистоту обрабатываемой поверхности. В настоящее время на заводах есть фильеры с опорами трения и качения, в которых прижим осуществляется резиной (фиг. 11 и 12), тарель-

Комбинирование ультразвуковой обработки с анодным растворением

Канд. техн. наук А. И. МАРКОВ и Б. Н. ЛЯМИН

Новый метод повышения производительности и снижения износа инструмента при механической обработке токопроводящих материалов с помощью ультразвуковых колебаний

В последние годы все большее внимание работников промышленности привлекает новый метод обработки твердых материалов, основанный на использовании энергии ультразвуковых колебаний.

В табл. 1 приведены данные НИАТ по производительности, относительному износу инструмента, чистоте и точности обработки различных материалов с помощью ультразвуковых колебаний.

Из этой таблицы видно, что наилучшей обрабатываемостью обладают хрупкие неметаллические материалы — стекло, кварц и т. д. Твердые и жаропрочные сплавы, а также закаленная сталь обрабаты-

ваются плохо. Кроме того, весьма сильно изнашивается инструмент в продольном направлении (износ 50—200%). Поэтому достигнуть высокой точности затруднительно — приходится делать несколько проходов и часто менять инструмент. Очевидно, что для повышения производительности и снижения износа инструмента при ультразвуковой обработке твердых и жаропрочных сплавов и закаленной стали целесообразно искусственно охрупчивать участки материала в месте обработки.

Известно, что когда любой материал, являющийся проводником электрического тока, подвергается дей-

Таблица 1

Основные технологические характеристики ультразвуковой обработки неглубоких отверстий

Обрабатываемый материал	Скорость обработки в мм/мин	Относительный износ инструмента в %	Класс чистоты поверхности	Точность обработки в мм
Стекло, кварц	5—15	1—2	5—7	0,05—0,10
Керамика ЦМ-332	2—6	3—10	6—8	0,05—0,10
Твердые сплавы	0,05—0,3	40—150	6—9	0,02—0,05
Жаропрочный сплав деформированный	0,03—0,1	150—200	5—8	0,05—0,10
Жаропрочный сплав (литой)	0,06—0,12	130—180	5—8	0,03—0,10
Закаленная сталь ($R_c = 45 \div 55$)	0,05—0,15	120—200	6—9	0,03—0,10

ствию анодного растворения, то на его поверхности образуется хрупкая пленка окислов. Электрохимический процесс, например, электрополирования, состоит в том, что при прохождении тока через электролит на поверхности обрабатываемой детали, включенной в цепь источника постоянного тока в качестве анода, происходят химические реакции, в результате которых поверхностный слой металла переходит в окислы, соли и другие химические соединения. Обязательным условием этого процесса является наличие в электролите отрицательного полюса источника тока — катода, на котором не происходят химические реакции и который не изменяет своих размеров.

Скорость съема металла в процессе анодного растворения зависит от электрохимических свойств электролита и обрабатываемого материала, плотности тока и определяется количеством электричества, протекающего через электролит.

Скорость анодного растворения Q , выраженная в г/мин, равна:

$$Q = \frac{\alpha I}{60},$$

где I — сила тока в а;

α — электрохимический эквивалент в г/а-час.

Практически получаемая скорость анодного растворения меньше подсчитанной по формуле. Отношение этой скорости к расчетной, выраженное в процентах, называется «выходом по току». 100%-ный выход по току может быть обеспечен при условии, что образующаяся на аноде пленка полностью удаляется каким-либо путем.

Обычно процесс анодного растворения является малопродуктивным и характеризуется тем, что скорость растворения металла в функции времени изменяется по затухающей кривой. Это объясняется

тем, что образующаяся на аноде пленка окислов, не проводящая электрический ток, с течением времени покрывает всю площадь обрабатываемой детали. Следовательно, для интенсификации процесса анодного растворения следует каким-либо способом удалять образующуюся на аноде пленку окислов.

С этой целью было предложено объединить два процесса — анодное растворение и ультразвуковую обработку*. При этом, во-первых, зерна абразива будут воздействовать непосредственно на вязкий обрабатываемый материал, а в основном на хрупкую пленку окислов, и, во-вторых, в результате разрушения этой пленки действием электрического тока, проходящего через электролит, будут подвергаться все время непассивированные участки металла.

Следствием одновременного протекания процессов анодного растворения и ультразвуковой обработки

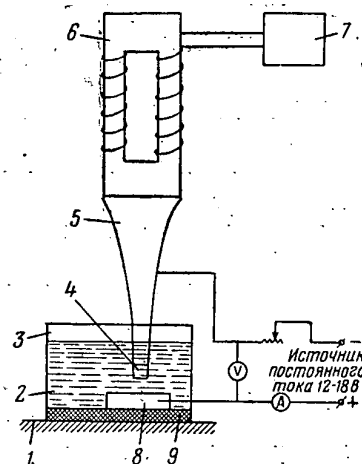


Схема комбинированной обработки деталей.

1—стол; 2—абразив с электролитом; 3—ванна; 4—инструмент; 5—концентратор; 6—магнитострикционный пакет; 7—ультразвуковой генератор; 8—деталь; 9—текстолитовая прокладка.

явится облегчение условий работы абразивных зерен и приближающийся к 100% выход по току. В результате повысится скорость обработки и уменьшится износ инструмента по сравнению только с ультразвуковой обработкой или только анодным растворением.

Ультразвуковая обработка характеризуется высоким качеством обработанной поверхности. Анодное растворение, как известно, часто применяется для улучшения качества поверхности. Поэтому комбинация этих двух методов также обеспечит высокое качество обработанной поверхности.

На фигуре показана разработанная авторами статьи схема комбинации ультразвуковой обработки с процессом анодного растворения. К обычной схеме ультразвуковой обработки добавлен источник питания постоянным током напряжением 6—18 в (можно использовать селеновые выпрямители типа ВСГ-3М;

* Авторское свидетельство № 109844 на имя А. И. Маркова и Б. Н. Лямина.

6:в; 200 а). Положительный полюс подключен к обрабатываемой детали; а отрицательный — к инструменту или лучше — к концентратору в узловой точке. Деталь изолирована от стола станка во избежание короткого замыкания. Для регулирования силы тока в схему анодного растворения включено балластное сопротивление; для контроля процесса в цепь вмонтированы амперметр и вольтметр.

Абразив взвешен в электролите, состав которого выбирают оптимальным для каждого обрабатываемого материала. Можно пользоваться теми же электролитами, которые применяются для электрополирования. Так, для обработки нержавеющей сталей можно применять электролит из серной кислоты (73%), плавиковой кислоты (7%) и воды (20%). Электролит можно не подогревать, так как он нагревается в процессе обработки за счет превращения акустической энергии в тепловую.

Авторы в качестве электролита использовали 20—40%-ный раствор поваренной соли. Этот электролит прост в приготовлении, удобен в эксплуатации, его использование не требует оборудования установки вытяжным устройством. Кроме того, водный раствор поваренной соли является более универсальным, чем другие электролиты: он дает хорошие результаты при обработке закаленных легированных сталей, жаропрочных и твердых сплавов.

В табл. 2 приведены сравнительные данные производительности и износа инструмента при комбинированной и ультразвуковой обработках. Электролит—30%-ный водный раствор поваренной соли; объемная концентрация абразива (карбида бора № 240) в электролите — 50%; площадь инструмента 22 мм², давление между инструментом и деталью 0,068 кг/мм².

Из табл. 2 следует, что при комбинации ультразвукового метода с процессом анодного растворения значительно повышается производительность и уменьшается износ инструмента в сравнении с обычной ультразвуковой обработкой.

Таким образом, экспериментально подтверждено положение, которое было положено в основу объединения двух процессов с целью повышения производительности и снижения износа инструмента при ультразвуковой обработке.

Интересные результаты были получены при проведении опытов по комбинированной обработке твердого сплава (табл. 3).

Условия проведения опытов здесь несколько изменены: площадь инструмента равна 80 мм², абразив—карбид бора № 90. Несмотря на то, что твердые сплавы плохо поддаются анодному растворению, все же и здесь наблюдается положительный эффект.

Анализ экспериментальных данных, приведенных в табл. 2 и 3, позволяет сделать два основных вывода:

1. Применение анодного растворения дает возможность увеличить производительность ультразвуковой обработки: закаленных сталей ($R_c=35-45$) в три раза; жаропрочных сплавов — в два раза; твердых сплавов — в 2,5—3 раза.

2. Износ инструмента при комбинированной обра-

Таблица 2
Сравнительные данные производительности и износа инструмента при обработке стали и жаропрочных сплавов

Обрабатываемый материал	Комбинированная обработка					Ультразвуковая обработка			
	частота колебаний в кГц	амплитуда в мм	плотность тока, а/см ²	скорость обработки в мм/мин	износ инструмента в %	частота колебаний в кГц	амплитуда в мм	скорость обработки в мм/мин	износ инструмента в %
Закаленная сталь 5ХНВ	17,3	0,10	32	0,30	46	17,5	0,10	0,10	206
Жаропрочный сплав № 1 (литой)	17,9	0,098	32	0,25	57	17,5	0,098	0,12	171
Жаропрочный сплав № 2 (литой)	18,1	0,10	32	0,24	51	18,1	0,10	0,13	209
Жаропрочный сплав № 3 (деформированный)	18,5	0,053	32	0,08	57	18,7	0,053	0,04	130
Твердый сплав Т15К6	18,8	0,053	30	0,2	50	18,8	0,053	0,08	100

Таблица 3
Сравнительные данные производительности и износа инструмента при обработке твердых сплавов

Обрабатываемый сплав	Давление инструмента в кг/мм ²	Комбинированная обработка					Ультразвуковая обработка			
		частота колебаний в кГц	амплитуда в мм	плотность тока в а/см ²	скорость обработки в мм/мин	износ инструмента в %	частота колебаний в кГц	амплитуда в мм	скорость обработки в мм/мин	износ инструмента в %
ВК8	0,068	16,1	0,053	7,5	0,16	33	16,1	0,053	0,03	78
Т15К6	0,068	16,7	0,053		0,10	20	16,7	0,053	0,04	56
ВК8	0,043	16,0	0,088		0,08	25	16,0	0,088	0,02	66
ВК8	0,025	16,2	0,088		0,13	23	16,2	0,088	0,033	60
Т15К6	0,025	16,1	0,088		0,17	20	16,1	0,088	0,060	40
ВК8	0,0125	14,9	0,059		0,04	20	14,9	0,059	0,017	52
Т15К6	0,0125	14,6	0,059		0,05	20	14,7	0,059	0,020	60
Т15К6	0,030	15,1	0,059		0,10	20	15,1	0,059	0,035	54
ВК8	0,030	15,1	0,059		0,05	20	15,1	0,059	0,020	55
Т15К6	0,0125	14,2	0,077		0,063	20	14,2	0,077	0,070	90
ВК8	0,0125	14,4	0,077		0,055	25	14,4	0,077	0,020	106
Т15К6	0,025	14,5	0,077		0,10	11	14,6	0,077	0,030	50
ВК8	0,025	14,6	0,077		0,074	20	14,8	0,077	0,024	42
Т15К6	0,0375	15,0	0,077		0,09	11	15,0	0,077	0,025	100
ВК8	0,0375	15,1	0,077		0,06	25	15,1	0,077	0,020	100

ботке по сравнению с обычной ультразвуковой обработкой снижается в два-четыре раза. Следовательно, при прочих равных условиях комбинированная обработка способствует получению более точных деталей.

Анализ данных табл. 2 и 3 и сравнение их с результатами экспериментальных работ по ультразвуковой обработке, опубликованными в отечественной и зарубежной литературе, позволяет также сделать заключение, что зависимость производительности комбинированной обработки от различных параметров процесса соответствует зависимости, характерной для ультразвуковой обработки. Например, скорость обработки с увеличением амплитуды колебания инструмента возрастает в том и другом случае. При комбинированной обработке твердого сплава Т15К6 на двойных амплитудах, равных 0,088 и 0,077 мм, скорость обработки соответственно будет 0,17 и 0,1 мм/мин, а при обработке твердого сплава ВК8 — 0,13 и 0,074 мм/мин. Скорость обработки уменьшается при увеличении площади инструмента (для данной мощности генератора). Так, если при обработке твердого сплава Т15К6 инструментом площадью 22 мм² скорость обработки равна 0,2 мм/мин, то при увеличении площади инструмента до 80 мм² она снижается в два раза.

При комбинированной обработке, как и при обычной ультразвуковой, для каждой площади инструмента существует оптимальная величина среднего давления между инструментом и деталью: вначале с увеличением давления скорость обработки возрастает, достигает максимального значения и затем постепенно снижается. При давлениях 0,0125; 0,025 и 0,0375 кг/мм² скорость обработки твердого сплава Т15К6 равна 0,063; 0,10 и 0,09 мм/мин, а при обработке твердого сплава ВК8 соответственно 0,055; 0,074 и 0,06 мм/мин. Из сравнения видно, что более хрупкий твердый сплав Т15К6 обрабатывается с большей скоростью, чем сплав ВК8. Кроме того, эксперименты показали, что твердый сплав Т30К4 обрабатывается лучше, чем Т15К6, а Т60К6 лучше, чем Т30К4.

То обстоятельство, что производительность при комбинированной обработке изменяется от различных факторов так же, как и при обычной ультразву-

ковой, косвенно свидетельствует о том, что анодное растворение только ускоряет процесс, интенсифицирует его, не изменяя механизма разрушения обрабатываемого материала.

При комбинированном методе обработки важным является правильный выбор плотности тока на аноде. Известно, что скорость образования пленки на аноде, а следовательно, и интенсивность анодного растворения материала детали с увеличением плотности тока увеличивается. Однако увеличение не может быть беспредельным, так как при чрезмерных величинах плотности тока возникают недопустимые явления — удаление металла с участков детали, не подлежащих обработке. Например, при обработке отверстий скругляются их кромки.

Для установления роли анодного растворения был проведен следующий эксперимент. Деталь из закаленной стали обрабатывали по схеме комбинированного метода, но без абразива в электролите. В этом случае съем металла вызывается двумя явлениями — анодным растворением и кавитацией, вызываемой колебаниями с ультразвуковой частотой инструмента в электролите. В течение времени, за которое при комбинированной обработке обрабатывалось одно отверстие, а при обычной ультразвуковой — одна треть его, в данном случае были обнаружены только следы обработки (отпечаток контура инструмента глубиной не более 0,2 мм). Этот эксперимент убеждает в том, что только анодное растворение и кавитация не имеют самостоятельного значения. Роль анодного растворения при комбинированной обработке состоит, следовательно, в том, чтобы перевести участки металла в хрупкую пленку окислов и тем самым значительно облегчить работу абразивных зерен.

Изложенные здесь предварительные результаты исследования эффективности комбинированной обработки позволяют рассматривать этот метод в качестве весьма существенного резерва повышения производительности и снижения износа инструмента при ультразвуковой обработке материалов, являющихся проводниками электрического тока. Во всех вновь проектируемых ультразвуковых станках целесообразно предусматривать возможность проведения комбинированной обработки токопроводящих материалов.

Расчет удельного давления при штамповке эластичной матрицей

Н. М. БИРЮКОВ

Определение зависимости удельного давления от глубины вытяжки

Штамповка эластичной матрицей (фиг. 1) позволяет перейти к изготовлению деталей другой формы без изменения универсальной части штампа — матрицы. Другим преимуществом этого процесса яв-

ляется возможность получения из листового металла полых деталей сложной формы и высокой точности.

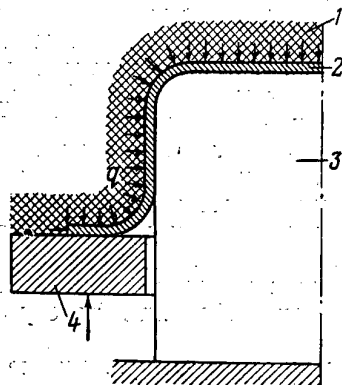
Изучению процесса штамповки эластичной матрицей посвящен ряд работ экспериментального и теоре-

тического характера, проведенных как в СССР, так и за рубежом. Наиболее тщательное изучение этого процесса проведено Е. И. Исаченковым* и Е. С. Силовым.

Возможность широкого распространения процесса штамповки эластичной матрицей в значительной степени зависит от наличия достаточно точных рекомендаций по определению технологических режимов штамповки.

Основным параметром, влияющим на качество штампуемых деталей и на возможность применения исследуемого процесса для получения деталей сложной формы, является удельное давление эластичной матрицы. Завышение его величины в начальный момент штамповки при значительном контакте заготовки с прижимным кольцом ведет к увеличению силы трения между ними и повышению напряжения штамповки, возникающего в стенках детали. При недостаточном удельном давлении на заготовке могут образоваться складки.

Наилучшие результаты процесс штамповки эластичной матрицей обеспечивает, очевидно, в том слу-



Фиг. 1. Схема процесса штамповки эластичной матрицей.

1—эластичная матрица; 2—заготовка; 3—пуансон; 4—прижимное кольцо.

чае, если удельное давление изменяется с увеличением глубины вытяжки определенным образом (в зависимости от физико-механических свойств материала и геометрических параметров детали).

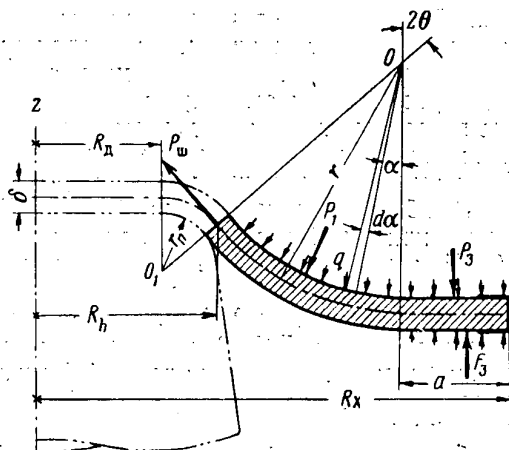
Имеющиеся работы, посвященные изучению процесса штамповки эластичной матрицей, не содержат рекомендаций, позволяющих определить указанную зависимость без проведения в каждом конкретном случае дополнительного экспериментального исследования. Статья посвящена теоретическому определению зависимости удельного давления эластичной матрицы от глубины вытяжки.

Из опыта известно, что если не выдерживать в процессе штамповки определенного соотношения между глубиной вытяжки и удельным давлением эластичной матрицы, то переходная зона заготовки, включающая в себя сбеги и фланец, может потерять устойчивость. Отсюда следует, что зависимость между удельным

давлением эластичной матрицы и глубиной вытяжки может быть найдена лишь из совместного рассмотрения условий равновесия и устойчивости.

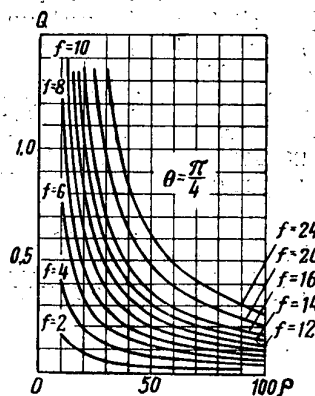
Удельное давление эластичной матрицы, определяемое условиями равновесия

В процессе формообразования полых детали заготовка находится в сложном напряженно-деформированном состоянии. Рассматривая равновесие переход-



Фиг. 2. Схема сил, действующих на заготовку в переходной зоне.

ной зоны заготовки, т. е. той части заготовки, которая не находится в контакте с пуансоном, в промежуточный момент вытяжки (фиг. 2), после преобразований и некоторых упрощений можно получить



Фиг. 3. Номограмма для определения величины Q .

следующее выражение для определения удельного давления q :

$$q = Q n^{\frac{1}{2}} \sigma_0, \quad (1)$$

$$\text{где } Q = \frac{2f^2}{p \left(1 - \frac{f}{2p}\right) \left[2f + \left(1 + \frac{f}{2p}\right) \sin 2\theta\right]}; \quad (2)$$

$$f = \frac{R_h}{r}; \quad (3)$$

$$\rho = \frac{R_h}{\delta}; \quad (4)$$

* Исаченков Е. И. Новые способы штамповки-вытяжки Библиотечка штамповщика, вып. 4, Машгиз, 1955.

r — радиус сбега по средней линии;
 δ — толщина материала;

R_h, θ — см. фиг. 2;

$n^1 = 2,63 \lg \frac{1}{m}$ (для малоуглеродистых сталей, алюминия, меди и сплава Д16М);

$$m = \frac{R_h}{R_0}; \quad (6)$$

R_0 — начальный радиус заготовки.

Формула (1) выведена для деталей, образованных поверхностями вращения. Величину Q , которая входит в эту формулу, можно определять как по выражению (2), так и по номограмме (фиг. 3) с достаточной для практических целей точностью.

Устойчивость переходной зоны заготовки

Расчетные схемы и аналитические зависимости, полученные в работах Р. В. Пихтовникова и В. Е. Недорезова * для определения давления прижима при вытяжке в штампах с жесткой матрицей, очевидно, не могут быть применены для решения вопроса устойчивости в случае вытяжки в штампах с эластичной матрицей.

1. Критические напряжения сбега и фланца. Из опыта известно, что в зависимости от глубины вытяжки и удельного давления эластичной матрицы очагом складкообразования может являться либо сбеги, либо фланец. Рассматривая в соответствии с этим устойчивость сбега и фланца, получим после преобразований и некоторых упрощений (используя решение задачи об устойчивости цилиндрической оболочки ** и энергетический метод) следующие выражения для критических напряжений сбега и фланца:

$$\sigma_{с.кр} = E_0 \left[\frac{\pi^2 f^2}{12(1-\mu^2)\rho^2 \theta^2} + \frac{\theta^2}{\pi^2} \right]; \quad (7)$$

$$\sigma_{ф.кр} = 3 \sqrt[3]{\frac{1}{3} E_r A^2 + \frac{2f^2 E_r}{3\pi^2 \rho^2 (1+\mu)}}. \quad (8)$$

Здесь

$\sigma_{с.кр}$ — критическое напряжение сбега;
 E_0 — приведенный модуль упругости сбега [6];

μ — коэффициент Пуассона;

$\sigma_{ф.кр}$ — критическое напряжение фланца;
 $E_r = \frac{4E\P}{(\sqrt{E} + \sqrt{\Pi})^2}$ — приведенный модуль упругости фланца;

E — модуль упругости;

$$\Pi = \frac{\sigma_b}{(1-\psi_p)^2} \text{ — модуль упрочнения; } \quad (10)$$

ψ_p — относительное равномерное сужение площади поперечного сечения в момент начала образования шейки при растяжении;

* Недорезов В. Е. Глубокая вытяжка листового металла. Машгиз, 1949.

** Тимошенко С. П. Устойчивость упругих систем. ОГИЗ-Гостехиздат, 1946.

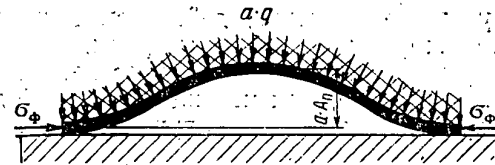
$$x = \frac{a}{r}; \quad (11)$$

a — ширина фланца.

Значения E_0 для материала Д16М и различных углов θ :

θ_0	0,2	0,4	0,6	$\frac{\pi}{4}$
E_0 [кг/мм ²]	151	146	144	142

Выражение (8) следует рассматривать как минимальное значение вероятного критического напряжения, которое имеет место в том случае, если при



Фиг. 4. Искривленная форма равновесия участка фланца длиной в одну волну.

искривленной форме равновесия фланца (фиг. 4) прогиб в середине волны равен $\bar{a} \cdot A_{н.кр}$, где

$$A_{н.кр} = \frac{2f}{\rho \sqrt[3]{\frac{3}{E_r} q}}. \quad (12)$$

2. Напряжения, действующие в сечениях сбега и фланца. Решая дифференциальное уравнение равновесия элементарного объема переходной зоны заготовки совместно с уравнением пластичности и используя для определения средних сопротивлений деформированию приближенное уравнение кривых упрочнения С. И. Губкина *, получим

$$\sigma_c = K_c \epsilon_c^{\epsilon_c} \frac{\sigma_b}{K_\phi}; \quad (13)$$

$$\sigma_\phi = K_\phi \epsilon_\phi^{\epsilon_\phi} \frac{\sigma_b}{K_\phi} + \frac{1}{2} q^1, \quad (14)$$

где σ_c и σ_ϕ — средние значения напряжений, действующих соответственно в сечениях сбега и фланца,

$$K_c = 1,1 \left[1 - 1,15 \lg \frac{(f + \sin 2\theta + x)^2}{f(f + \sin 2\theta)} \right], \quad (15)$$

$$\epsilon_c = 1 - 0,5 \left\{ \frac{f + \sin 2\theta}{\sqrt{\frac{f^2}{m^2} - 2x(f + \sin 2\theta) - x^2}} + \frac{f}{\sqrt{\frac{f^2}{m^2} - x^2 - 2[(2\theta + x)(f + \sin 2\theta) - (1 - \cos 2\theta)]}} \right\}, \quad (16)$$

* Губкин С. И. Теория обработки металлов давлением. Металлургиздат, 1947.

$$\alpha = \frac{\psi_p}{1 - \psi_p}, \quad (17)$$

$$K_\phi = (1 - \psi_p) \psi_p^\alpha, \quad (18)$$

$$K_\phi = 1,1 \left(1 - 1,15 \lg \frac{f + \sin 2\theta + x}{f + \sin 2\theta} \right), \quad (19)$$

$$\epsilon_\phi = 1 - 0,5 \left[\frac{m}{f} (f + \sin 2\theta + x) + \sqrt{\frac{f^2}{m^2} - 2x(f + \sin 2\theta) - x^2} \right], \quad (20)$$

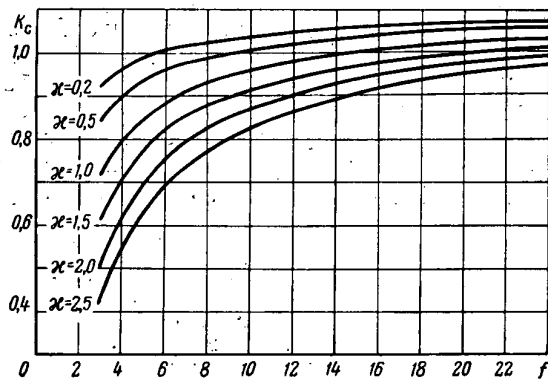
q^1 — удельное давление, действующее на торец фланца со стороны эластичной матрицы.

Если средой эластичной матрицы является газ или жидкость, то $q^1 = q$. Для матриц с резиновой диафрагмой ориентировочно можно принять

$$q^1 = q - (0,15 \div 0,25) \text{ кг/мм}^2. \quad (21)$$

Когда удельное давление $q \leq (0,15 \div 0,25) \text{ кг/мм}^2$, радиальное давление q^1 принимается равным нулю.

Уравнения (13) и (16) выведены из предположения, что в случае вытяжки с использованием смазки, обеспечивающей полное разделение трущихся поверхностей заготовки и прижимного кольца, среднее приращение радиального напряжения за счет изгиба и трения по величине примерно уравнивается



Фиг. 5. Номограмма для определения величины K_c .

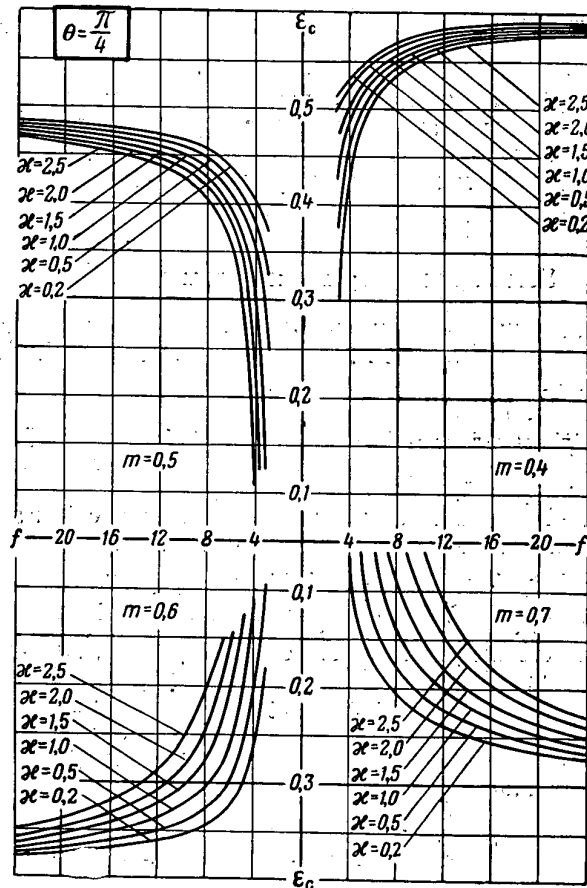
радиальным давлением q^1 . В начале процесса вытяжки потери на трение и изгиб по величине больше q^1 . Выражения (16) и (20) для определения средних степеней деформации сбега и фланца получены из условия постоянства объема рассматриваемого элемента переходной зоны заготовки до и после деформации. На фиг. 5—9 даны номограммы по определению величин K_c , ϵ_c , K_ϕ , K_ϕ и ϵ_ϕ , входящих в уравнения (13) и (14).

3. Геометрические параметры переходной зоны заготовки, соответствующие критическим напряжениям. Для предотвращения складкообразования необходимо выполнение следующих условий:

$$\sigma_c \leq \sigma_{c, \text{кр}}, \quad (22)$$

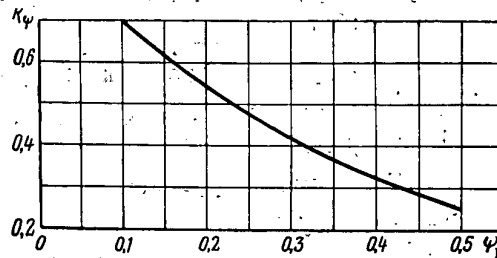
$$\sigma_\phi \leq \sigma_{\phi, \text{кр}}, \quad (23)$$

Уравнения (22) и (23) с учетом значений $\sigma_{c, \text{кр}}$, $\sigma_{\phi, \text{кр}}$ соответственно по формулам (13), (7), (14)



Фиг. 6. Номограмма для определения величины ϵ_c .

и (8) не представляется возможным решить относительно f или x , так как σ_c и σ_ϕ являются сложными трансцендентными функциями от f и x . Ука-



Фиг. 7. График зависимости $K_\phi = F(\psi_p)$.

занные уравнения следует решить графоаналитически, для чего переписать их так:

$$N_c(f, x) = N_1; \quad (24)$$

$$N_\phi(f, x) = N_2, \quad (25)$$

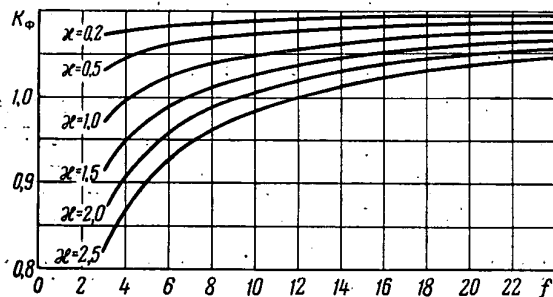
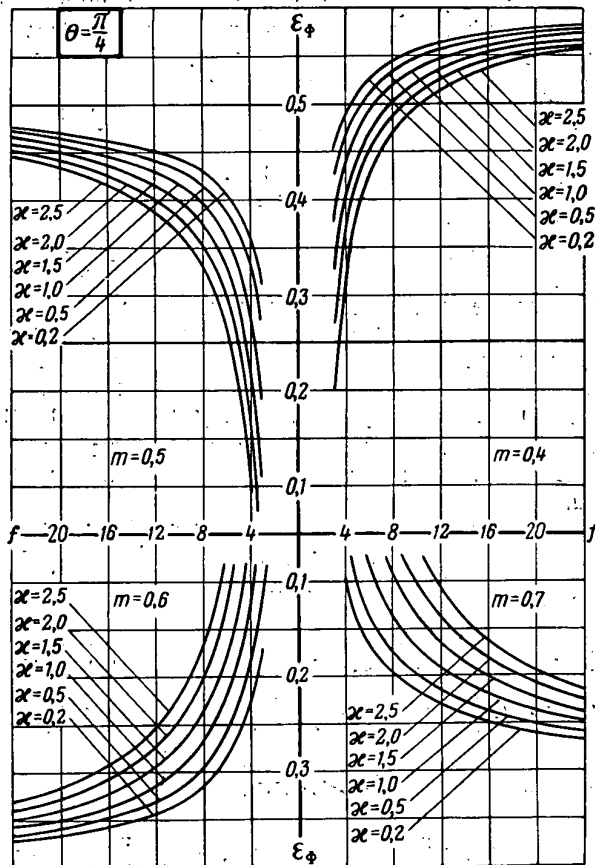
где

$$N_c(f, \chi) = \left(\frac{\theta^2 \sigma_c}{E_0} - \frac{1}{\pi^2} \theta^4 \right) \left(\frac{\rho}{f} \right)^2; \quad (26)$$

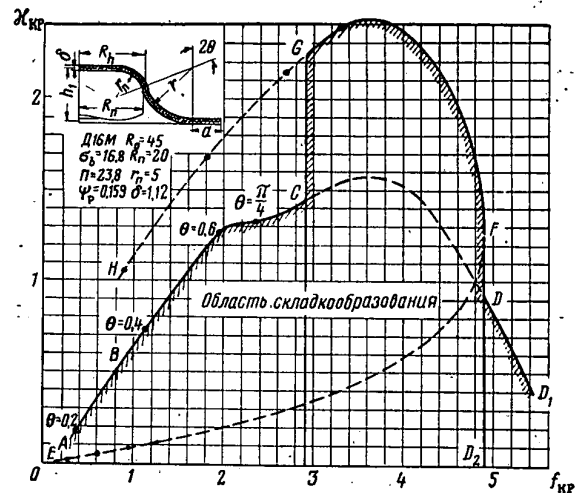
$$N_1 = \frac{\pi^2}{12(1-\mu^2)}; \quad (27)$$

$$N_\phi(f, \chi) = \left[\frac{\sigma_\phi}{\Pi} - 3 \sqrt[3]{\frac{4}{3\Pi^2 \left(1 + \sqrt{\frac{\Pi}{E}}\right)^2}} \sqrt[3]{q^2} \right] \left(\chi \frac{\rho}{f} \right)^2; \quad (28)$$

$$N_2 = \frac{8}{3(1+\mu) \left(1 + \sqrt{\frac{\Pi}{E_1}}\right)^2}; \quad (29)$$

Фиг. 8. Номограмма для определения величины K_ϕ .Фиг. 9. Номограмма для определения величины ϵ_ϕ .

Тогда точки пересечения кривых $N_c(f, \chi)$ с прямой N_1 и кривых $N_\phi(f, \chi)$ с прямой N_2 будут соответствовать относительным геометрическим параметрам f и χ , при которых устойчивая форма равновесия переходной зоны заготовки переходит в неустойчивую. Зависимости между относительными критическими параметрами $f_{кр}$ и $\chi_{кр}$ показаны на фиг. 10. Линия $ABCDD_1$ соответствует критическим параметрам сбега, а линия $EFGH$ — критическим параметрам фланца.

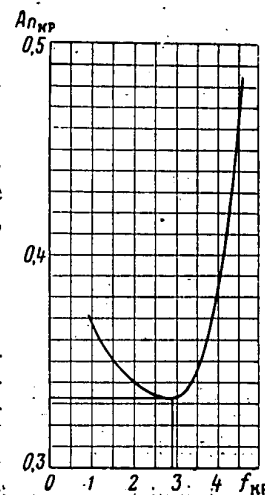


Фиг. 10. Критические параметры переходной зоны заготовки.

Из анализа полученных зависимостей следует, что процесс вытяжки будет происходить без складкообразования в том случае, если его вести в соответствии с линией $ABHGFDD_1$. При этом на участке AB очком складкообразования будет сбег, на участке $HGFD$ — фланец, на участке DD_1 — опять сбег.

Пластика, в сечении которой действует сжимающее критическое напряжение $\sigma_{ф.кр}$, будет удерживаться в искривленной форме равновесия в том случае, если ее прогиб равен $a \cdot A_{н.кр}$ (см. фиг. 4). С уменьшением этого прогиба значение критического напряжения, как следует из вывода выражения (8), возрастает и пластика возвращается в исходную устойчивую форму равновесия. Иными словами, начало выпучивания пластики возможно в том случае, если в ее сечении будет действовать напряжение $\sigma'_{ф.кр}$, величина которого больше $\sigma_{ф.кр}$, определяемого выражением (8).

Следует отметить, что в идеальном случае пластика, прижатая к жесткому основанию эластичной

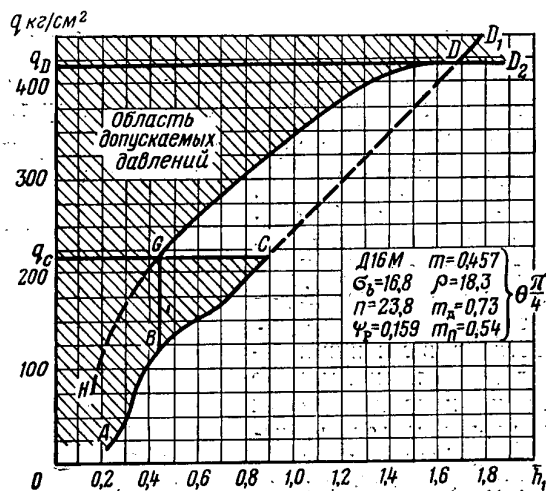
Фиг. 11. График зависимости $A_{н.кр} = \Phi(f_{кр}, \chi_{кр})$.

матрицей, не потеряет устойчивости под действием сжимающих напряжений σ_{ϕ} , как бы велики они не были, если какой-либо внешний силовой фактор не вызовет ее прогиба. При штамповке-вытяжке таким силовым фактором является момент, возникающий от эксцентриситета приложения σ_{ϕ} по концам пластинки. Этот эксцентриситет возрастает с увеличением глубины вытяжки и почти отсутствует вначале. По этой причине участки кривых HG на фиг. 10 и 12 не имеют практического значения и их можно не принимать во внимание при определении оптимального удельного давления эластичной матрицы.

Поэтому в реальных условиях процесс вытяжки будет происходить без складкообразования и в том случае, если его вести в соответствии с линией $ABCGFDD_1$. Координаты точки G определены по графику $A_{л.кр} = \Phi(f_{кр}, \chi_{кр})$ из условия минимума $A_{л.кр}$ (фиг. 11). В этом случае следует ожидать, что разница между $\sigma_{\phi,кр}$ и $\sigma_{\phi,кр}^I$ будет наименьшей.

Зависимость удельного давления от глубины вытяжки

По известным критическим параметрам переходной зоны заготовки определяют из выражения (1) удельное давление q , которое будет удовлетворять условиям равновесия и устойчивости, а по уравне-



Фиг. 12. График зависимости $q = \varphi(h_1)$.

нию, связывающему глубину вытяжки с размерами заготовки и переходной зоны, глубину вытяжки h_1 . По найденным значениям q и h_1 строят график $q = \varphi(h_1)$ или $q = \varphi(\bar{h}_1)$, где $\bar{h}_1 = \frac{h_1}{R_h}$ — относительная глубина вытяжки (фиг. 12), буквенные обозначения характерных точек на котором соответствуют фиг. 10.

Анализ полученной зависимости $q = \varphi(h_1)$ позволяет сделать следующие выводы:

1. Если для изготовления заданной детали требуется удельное давление, меньшее или равное q_c (фиг. 12), то процесс вытяжки можно вести в соответствии с линией ABC . При удельном давлении вы-

ше q_c процесс вытяжки необходимо вести в соответствии с линией $ABGDD_1$.

2. Если из конструктивных соображений допустить искажение сечения сбega, процесс вытяжки на участке DD_2 можно вести при постоянном удельном давлении q_D . При этом выпучивание сбega не отражается на качестве боковой поверхности детали, так как при значении f , соответствующем q_D развитию начавшегося процесса складкообразования, этому препятствуют пуансон и прижимное кольцо.

3. В области допускаемых давлений (на фиг. 12 заштрихована) процесс вытяжки без складкообразования можно вести по любой закономерности $q = \varphi(h_1)$ с учетом замечания, изложенного в п. 1. Но при этом следует иметь в виду, что с приближением практической кривой изменения удельного давления по глубине вытяжки к теоретической линии $ABGDD_1$:

а) уменьшается величина максимального напряжения заготовки, возникающего в процессе вытяжки;

б) увеличивается допустимый зазор между пуансоном и прижимным кольцом в начале вытяжки, что имеет важное значение при изготовлении деталей, образованных коническими и сферическими поверхностями;

в) уменьшается величина фестонов, образующихся на фланце.

Методика определения зависимости $q = \varphi(h_1)$. Пусть для детали, показанной на фиг. 10, требуется определить оптимальное удельное давление эластичной матрицы, т. е. наименьшее удельное давление, обеспечивающее возможность получения заданной глубины вытяжки без потери устойчивости переходной зоны заготовки. Для определения зависимости $q = \varphi(h_1)$ следует:

1. Определить критические параметры переходной зоны заготовки ($f_{кр}$, $\chi_{кр}$), решив графоаналитически уравнения (24) и (25). Для определения σ_c , σ_{ϕ} , входящих в эти уравнения, можно использовать приведенные выше соответствующие номограммы.

2. Построить график зависимости между относительными критическими параметрами $f_{кр}$ и $\chi_{кр}$, который позволяет определить координаты точки F (фиг. 10), соответствующей началу горизонтального участка кривой $q = \varphi(h_1)$. При некотором навыке можно обойтись и без построения указанного графика.

3. По уравнению, связывающему глубину вытяжки с размерами заготовки и переходной зоны, определить глубину вытяжки для критических параметров $f_{кр}$ и $\chi_{кр}$.

При определении глубины вытяжки для цилиндрических деталей следует рассматривать два случая:

$$1) h = \left(r_n + \frac{\delta}{2}\right) (1 - \cos 2\theta) \quad \left(\text{при } 0 < 2\theta \leq \frac{\pi}{2}\right),$$

$$2) h > \left(r_n + \frac{\delta}{2}\right).$$

Здесь через h и r_n соответственно обозначены глубина вытяжки без учета переходной зоны и радиус закругления пуансона.

В первом случае полная глубина вытяжки с учетом переходной зоны будет определяться выражениями

$$h_{1,1} = h + r(1 - \cos 2\theta) = \left(r_n + \frac{\delta}{2} + \frac{R_h}{f}\right)(1 - \cos 2\theta), \quad (30)$$

$$\bar{h}_{1,1} = \frac{h_{1,1}}{R_h} = \left(\frac{1}{2}m_n + \frac{1}{f}\right)(1 - \cos 2\theta), \quad (31)$$

где

$$m_n = \frac{2r_n + \delta}{R_h}, \quad (32)$$

а во втором случае —

$$h_{1,2} = \frac{R_0^2 - R_d^2 - 2R_d\left(r_n + \frac{\delta}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\pi - 1\right)}{2R_h} - \frac{R_h}{f} \left\{ \frac{1}{2f} [(\pi + 2x)(f + 1) + x^2 - 2] - 1 \right\}, \quad (33)$$

$$\bar{h}_{1,2} = \frac{h_{1,2}}{R_h} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{m^2} - m_d^2 - 0,571m_d m_n + \frac{2}{f} - \frac{1}{f^2} [(\pi + 2x)(f + 1) + x^2 - 2] \right\}, \quad (34)$$

Здесь

$$m_d = \frac{R_d}{R_h}, \quad (35)$$

$$R_d = R_n - r_n, \quad (36)$$

R_n — радиус пуансона.

4. По выражению (1) определить для найденных значений $f_{кр}$ величину удельного давления q .

5. По формуле (12) построить график $A_{пкр} = \Phi(f_{кр}, x_{кр})$ и найти $f_{кр}$, соответствующее минимальному значению $A_{пкр}$ (см. фиг. 11).

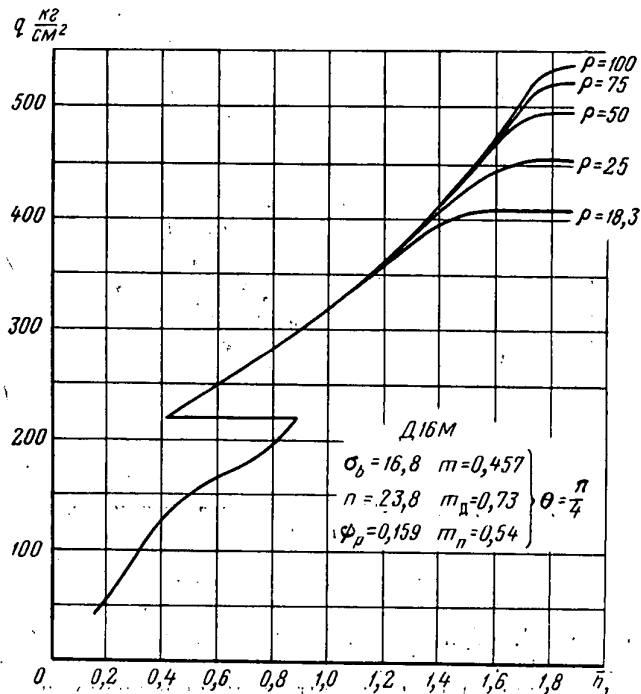
6. Построить график зависимости $q = \varphi(\bar{h}_1)$ и, нанеся на него точку G (см. фиг. 12) в соответствии с предыдущим пунктом, определить область допускаемых давлений.

Зависимость $q = \varphi(\bar{h}_1)$ на фиг. 12 справедлива не только для детали, показанной на фиг. 10, но и для семейства цилиндрических деталей из этого же материала, у которых при $\theta = \frac{\pi}{4}$

$$m = \frac{R_h}{R_0} = 0,457; \quad \rho = \frac{R_h}{\delta} = 18,3;$$

$$m_d = \frac{R_n - r_n}{R_h} = 0,73; \quad m_n = \frac{2r_n + \delta}{R_h} = 0,54.$$

Для других значений ρ зависимость $q = \varphi(\bar{h}_1)$ приведена на графике (фиг. 13). Эти же графики (см. фиг. 12 и 13), как следует из совместного анализа выражений (13), (14), (24), (25), (31), и (34), можно использовать и для определения зависимости $q = \varphi(h_1)$ при вытяжке деталей, у которых $m > 0,457$,



Фиг. 13. График зависимости $q = \varphi(\bar{h}_1)$ для различных значений ρ .

$m_d < 0,73$ и $m_n > 0,542$ (при $18,3 \leq \rho \leq 100$). При этом обеспечивается необходимое качество вытяжки — на деталях складки не образуются.

Выводы

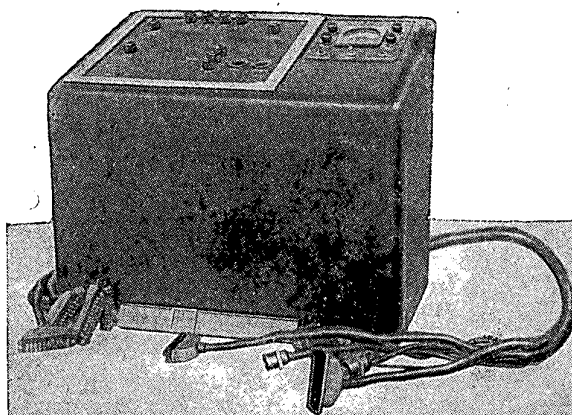
1. Основным параметром, влияющим на качество изготавливаемых деталей в штампах с эластичной матрицей, является удельное давление q . Работы, посвященные изучению этого процесса, не дают обобщенных рекомендаций по определению зависимости $q = \varphi(h_1)$.

2. Предложенная в настоящей статье методика позволяет определить зависимость удельного давления эластичной матрицы от глубины вытяжки для деталей, образованных поверхностями вращения.

Автомат для контроля электромонтажа жгутов

А. И. СТЕПАНОВ

Универсальный прибор, позволяющий проверять изделия с любой схемой коммуникаций



Автомат АППМ-150 для контроля электромонтажа.

Проверка электрожгутов после их монтажа на изделии является одной из наиболее трудоемких операций. Существующие методы контроля уже не удовлетворяют производственным требованиям вследствие больших затрат времени и возможности ошибок со стороны контролера. Поэтому НИИТ разработан и совместно с заводом изготовлен и внедрен автомат АППМ-150 (см. фигуру в начале статьи) для контроля электромонтажа на 150 цепей.

В результате трудоемкость проверки электромонтажа по предварительным подсчетам снизилась примерно в 150—200 раз.

Подключение автомата к контролируемому изделию занимает 1—3 мин., продолжительность его работы 15 сек.

Прибор контролирует электромонтаж на правильность выполнения, отсутствие замыкания цепей на корпус изделия и между цепями, а также на величину сопротивления изоляции (1; 2; 5 и 20 мгом).

На фиг. 1 представлена блок-схема автомата. Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 220/127 в, частотой 50 гц. Прибор снабжен общим силовым трансформатором и четырьмя выпрямителями: 500 в — для измерения величины сопротивления изоляции; 250 в — для питания лампового мегомметра; 24 в — для питания реле автоматики и шаговых искателей; 26 в — для питания реле, находящихся на изделии (на фигуре не показан).

Силовой трансформатор имеет обмотку для питания накала лампы мегомметра напряжением 6,3 в. Последний собран на лампе 6Ж4 по мостиковой схеме и рассчитан на измерение величины сопротивления изоляции 1; 2; 5 и 20 мгом. Эту операцию можно выполнять автоматически на одном или нескольких диапазонах. Автомат включает программное

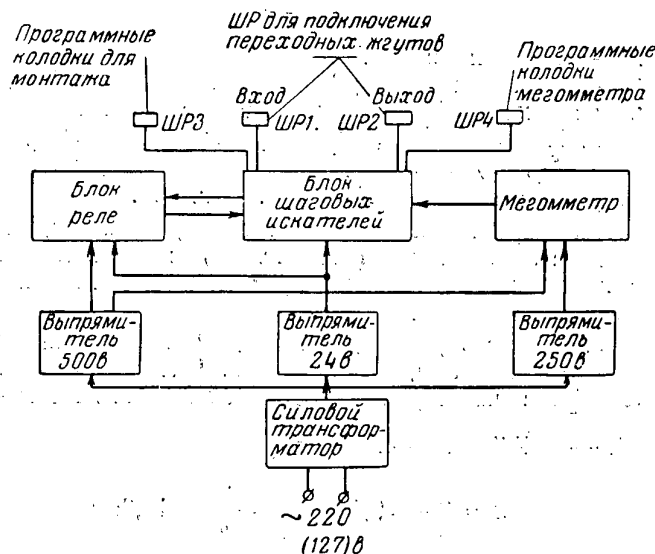
устройство, позволяющее задать любую программу контроля и обеспечивающее при контроле электромонтажа быстрый переход с одного типа изделия на другой. Колодки, устройства выведены на верхнюю панель.

Контролируемое изделие подключают к автомату с помощью переходных соединительных жгутов (фиг. 2). Для каждого типа изделия нужны свои соединительные жгуты, которые оператор меняет при переходе от одного типа изделия на другой за 5—8 мин.

На фиг. 3 представлена упрощенная принципиальная электросхема автомата.

Контролируемые цепи изделия включают между двумя полями (П2 и П3) шагового искателя ШИ.

Два других поля (П1 и П4) этого же искателя используются: П1 — для подключения реле, а П4 — в качестве программного устройства мегомметра. Поле П1 выведено также на программные колодки, где набирают программу проверки электромонтажа в соответствии со схемой коммуникаций на изделии.



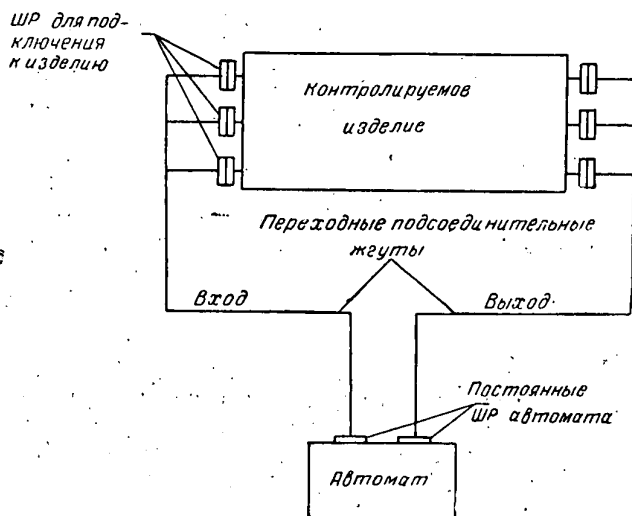
Фиг. 1. Блок-схема автомата.

Контролируемые цепи с помощью нормально замкнутых контактов 1—2 реле П1÷П50 подключены к общей шине, т. е. замкнуты между собой. Корпус контролируемого изделия подключается к зажиму Кл1.

Одним из основных узлов схемы автомата является пульс-пара (фиг. 4), состоящая из реле П и шагового искателя ШИ. Катушка искателя ШИ пульс-пары подключается к плюсу источника питания через нор-

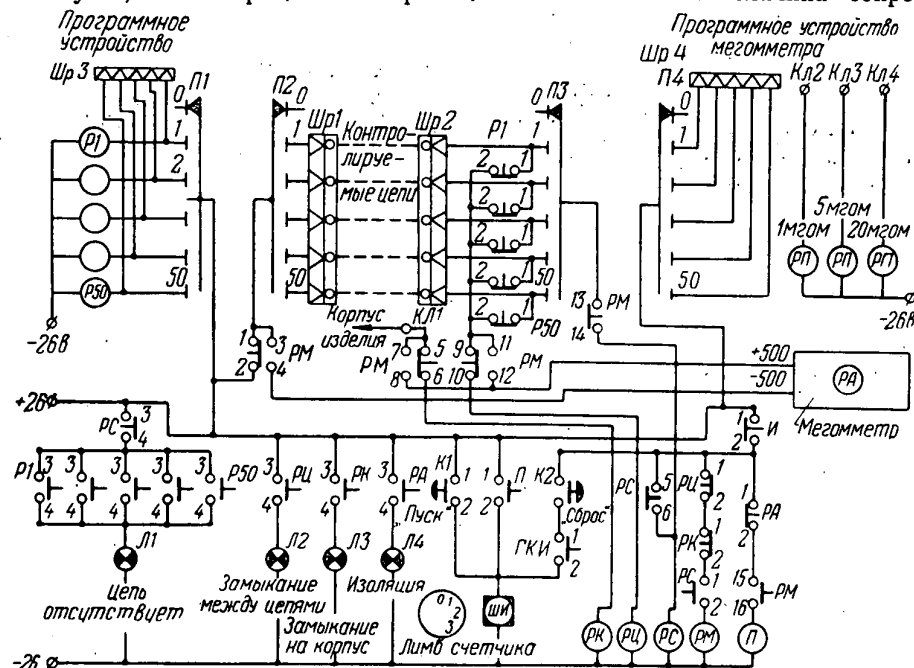
мально разомкнутые контакты 1—2 реле *П*, т. е. плюс отключен.

Обмотка реле *П* подключается к плюсу источника питания через нормально замкнутые самоперрывающиеся контакты 1—2 (*И*) искателя *ШИ*, и поэтому реле *П* работает. При этом оно замкнет контакты



Фиг. 2. Блок-схема подключения автомата к контролируемому изделию.

1—2 (*П*) в цепи питания катушки искателя *ШИ*; якорь *ШИ* притянется, разомкнет самоперрывающиеся контакты 1—2 (*И*), и реле *П* обесточится; разомкнув контакты 1—2 (*П*) в цепи питания катушки *ШИ*. Якорь *ШИ*, возвращаясь в исходное положение, передвинет щетки искателя в следующее положение, а самоперрывающиеся контакты 1—2 (*И*) вновь замкнутся, и весь процесс повторится.



Фиг. 3. Принципиальная схема автомата.

Следовательно, процесс поочередного срабатывания реле *П* и искателя *ШИ* будет периодически повторяться, и искатель будет обходить ламели поля, начиная от 0 до 51.

Автомат работает следующим образом. Нажимом на кнопку *К1* «Пуск» осуществляют запуск схемы. При этом плюс источника подключится непосредственно к катушке искателя *ШИ*, якорь притянется и будет оставаться в данном положении до тех пор, пока кнопка *К1* не будет отпущена. После этого все щетки искателя одновременно на всех четырех полях переходят в положение 1. В этом положении срабатывает реле *Р1* и отключит, разомкнув контакты 1—2 (*Р1*), первую контролируемую цепь от общей шины, к которой подключены все остальные цепи. Плюс источника через эту цепь подключится к обмотке реле *РС*, которое сработает и замкнет цепь питания катушки реле *РМ* контактами 1—2 (*РС*).

Реле *РМ* выполняет следующие переключения:

- а) контактами 3—4 (*РМ*) подключает напряжение—500 в к контролируемой цепи;
- б) контактами 7—8 и 11—12 (*РМ*) подключает напряжение +500 в к корпусу изделия и всем остальным цепям, замкнутым между собой общей шиной;
- в) контактами 13—14 (*РМ*) отключает обмотку катушки реле *РС* от контролируемой цепи;
- г) контактами 15—16 (*РМ*) подключает обмотку катушки реле пульс-пары *П* к плюсу источника.

Таким образом, если монтаж выполнен правильно, то величина сопротивления изоляции будет измеряться в промежутке времени между моментом срабатывания реле *РМ* и моментом перехода щеток искателя *ШИ* в следующее положение.

Если величина сопротивления изоляции соответствует ТУ на изделие, то реле *П* пульс-пары сработает, замкнет контакты 1—2 (*П*) в цепи катушки *ШИ*, якорь *ШИ* притянется и разомкнет самоперрывающиеся контакты 1—2 (*И*); тем самым снимется питание с катушек реле *РС*, *РМ* и *П*. Реле *РМ* отключит от контролируемых цепей мегомметр, а реле пульс-пары *П* разомкнет цепь питания катушки *ШИ*, якорь которой передвинет щетки в следующее положение и весь процесс повторится вновь.

Рассмотрим работу схемы при наличии различных дефектов.

Обрыв цепи. Если кон-

тролируемая цепь оборвана, то плюс источника не попадет на обмотку реле *РС*, и последнее не сработает, а следовательно, не включит реле *РМ*, и пульс-пара не будет работать.

Щетки шагового искателя *ШИ* остановятся на неисправной цепи, и автомат перестанет действовать.

На лицевой панели загорится сигнальная лампа *Л1* «Цепь отсутствует»; по лимбу счетчика можно будет установить номер неисправной цепи.

Замыкание цепей между собой. В этом случае плюс источника попадет на обмотку реле *РС*, которое сработает. Одновременно через место замыкания плюс попадет и в общую шину и, следовательно, на обмотку реле *РЦ*, которое также сработает и контактами *1—2 (РЦ)* разомкнет цепь питания катушки реле *РМ*.

Поэтому, хотя контакты *1—2 (РС)* и замкнутся, но плюс источника не попадет на катушку реле *РМ*, так как контакты *1—2 (РЦ)* разомкнули эту цепь. Пульс-пара опять не сработает, и автомат остановится на неисправной цепи. На лицевой панели загорится сигнальная лампа *Л2* «Замыкание между цепями».

Неправильный монтаж. Если во время подпайки цепей перепутали зажимы на разъеме, то плюс источника не попадет на катушку реле *РС* и последнее не сработает. Через общую шину плюс попадет на обмотку реле *РЦ*, которое при этом сработает. Следовательно, цепь питания реле *РМ* не замкнется, и автомат остановится.

На лицевой панели загорятся сигнальные лампы *Л1* «Цепь отсутствует» и *Л2* «Замыкание между цепями».

Замыкание цепи на корпус изделия. Хотя реле *РС* и сработает, замкнув цепь питания реле *РМ*, но плюс источника через корпус изделия и зажим *Кл1* попадет на обмотку реле *РК*, которое также сработает и контактами *1—2 (РК)* разорвет указанную выше цепь; автомат прекратит работу.

На лицевой панели загорится сигнальная лампа *Л3* «Замыкание на корпус».

Несоответствие величины сопротивления изоляции требованиям ТУ на из-

делие. Реле *РС* сработает и подключит катушку реле *РМ* к плюсу источника; последнее также сработает, подключив при этом к контролируемым цепям мегомметр. Если величина сопротивления изоляции меньше допустимой, то сработает реле *РА*, включенное в анодную цепь лампы мегомметра, хотя реле *РМ* замкнет контакты *15—16 (РМ)* в цепи питания реле пульс-пары *П* контакты *1—2* реле *РА* разомкнут эту цепь, в результате чего пульс-пара не сработает. Автомат прекратит работу на неисправной цепи. На лицевой панели загорится сигнальная лампа *Л4* «Изоляция».

Таким образом, обнаружив какой-либо из перечисленных выше дефектов, автомат остановится на неисправной цепи, и оператор по сигнальным лампам и лимбу счетчика сможет установить характер неисправности и номер неисправной цепи.

После того как оператор зафиксирует неисправную цепь, нажатием кнопки *К1* «Пуск» автомат запустят для дальнейшего контроля остальных цепей.

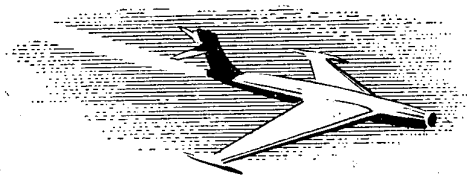
Предусмотрена возможность возврата шагового искателя из любого положения в исходное, что осуществляется нажатием кнопки *К2* «Сброс», в цепь которой включены головные контакты *1—2 (ГКИ)* искателя *ШИ*. Эти контакты размыкаются только в нулевом положении щеток искателя; в остальных положениях они замкнуты.

На фиг. 2 была показана схема на 50 цепей. Если количество цепей превышает эту цифру, то соответственно увеличивают и число шаговых искателей и реле.

Автомат прост в управлении и позволяет работать на нем оператору, имеющему пятый разряд. Он универсален и обеспечивает контроль изделия с любой схемой коммуникаций; при этом сам автомат не требует доработки. Устройство может переносить один человек; его можно располагать в тесных отсеках и кабинах.

Описанный прибор предусматривает возможность контроля цепей изделий, схема которых включает коммутационные реле.

Автомат АППМ-150 можно рекомендовать для широкого использования на отечественных заводах.

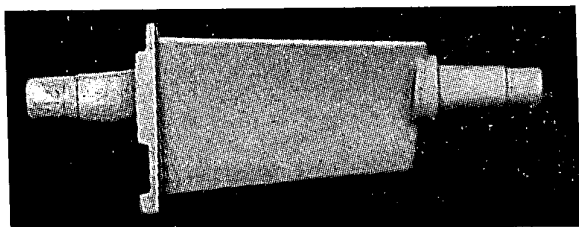


МАТЕРИАЛЫ

Нержавеющая сталь для фасонного литья

В. С. ПЕТРОВА и Н. М. ТУЧКЕВИЧ

Механические, физические и литейные свойства стали ЭИ268Л



Компрессорная лопатка восьмой ступени из стали ЭИ268Л, отлитая без припуска на механическую обработку.

Для изготовления лопаток компрессора, работающих при температурах до 300° С и значительных нагрузках, используют конструкционные деформируемые стали 38ХА, 30ХГСА, 40ХНМА, 18ХНМА, заготовки из которых требуют трудоемкой механической обработки, а также литейные стали 38ХА и Л27ХГСНА. Однако лопатки из этих сталей необходимо защищать от коррозии. Поэтому подобные детали выгодно выполнять из нержавеющей сталей. Если вместо деформированных заготовок использовать литье, то можно достигнуть значительной экономии металла и снизить трудоемкость изготовления.

Наряду с нержавеющей сталями аустенитного класса 18-8 и 25-20, которые не обладают высокими прочностными характеристиками, применяют более дешевую литейную нержавеющую сталь ЭИ268Л, характеризующуюся более высокой прочностью при комнатной и повышенных (до 500° С) температурах. Эту сталь используют для литья по выплавляемым моделям, а также для литья в землю и оболочковые формы.

Химический состав ее следующий: 0,05—0,12% С; 0,3—0,8% Мп; 0,8—1,5% Si; 15—18% Cr; 2,8—3,8% Ni; не более 0,035% S и не более 0,035% J.

Сталь ЭИ268Л относится к переходному феррито-мартенситному классу; состав ее должен строго выдерживаться в установленных пределах. При более высоком содержании углерода и никеля образуется остаточный аустенит; снижающий предел текучести

и улучшающий остальные механические свойства. Кроме того, при повышенном содержании углерода увеличивается избыточное количество карбидов, охрупчивающих сталь.

При большем содержании хрома и кремния образуется избыточный феррит, повышающий коррозионную устойчивость стали, но уменьшающий ее прочность.

Сталь ЭИ268Л выплавляют в высокочастотных индукционных печах емкостью 60—500 кг. Футеровка печей — основная, магнезитовая. Исходными шихтовыми материалами служат железо армко или сталь 10, феррохром, никель, ферромарганец, ферросилиций и 50% возврата получаемых отходов. Перед загрузкой в печь шихтовые материалы должны быть тщательно очищены и просушены.

Шлакообразующая смесь состоит из 95—96% свежееобожженной негашеной извести и 4—5% плавикового шпата. Для загустения шлака по мере надобности добавляют металлургический магнезит. Все исходные шлакообразующие материалы должны быть измельчены до зерен поперечным сечением не более 5 мм и перед употреблением в плавку прокалены при 600—950° С.

По окончании расплавления всей шихты и подогрева металла шлак полностью удаляют и металл раскисляют, для чего в ванну жидкого металла присаживают ферромарганец (из расчета 0,2% Мп к весу металла), ферросилиций или силикокальций (0,2% Si) и алюминий (0,1%). После раскисления и выдержки в течение 3—5 мин. металл доводят до заданного состава, а затем выдерживают в печи также 3—5 мин. и выпускают при 1600—1620° С. Температуру заливки форм корректируют в зависимости от толщины стенок заливаемых деталей.

Для контроля качества металла каждой плавки вместе с деталями отливают пробные бруски (по СМИ 217—54) для вырезки образцов. Сталь ЭИ268Л закачивают при 1100—1050° С в масло или воду. Температура закалки ниже 1050° С вызывает понижение пластичности, особенно ударной вязкости стали, так как карбиды не успевают полностью раствориться.

После закалки сталь отпускают, причем с повышением температуры отпуска увеличивается ее пластичность и снижается прочность (табл. 1).

Таблица 1

Механические свойства стали ЭИ268Л в зависимости от температуры отпуска

Закалка и отпуск при температуре в °С	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	ψ %	a_n кгм/см ²	H_B кг/мм ²
400	139	111	14	34	2,0	388
500	130	104	15	36	2,2	378
550	110	91	16	43	2,5	321
600	101	80	17	46	4,5	293
650	98	79	18	49	5,0	293

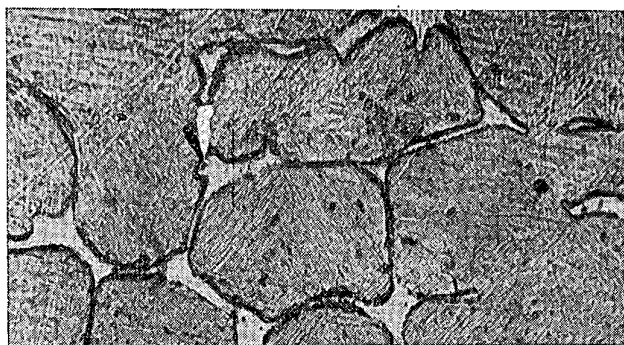
Описываемая сталь не подвержена охрупчиванию при продолжительной выдержке в зоне температур 500—550°С; наоборот, при этом повышаются ударная вязкость и пластичность и одновременно снижаются прочностные характеристики (табл. 2).

Таблица 2

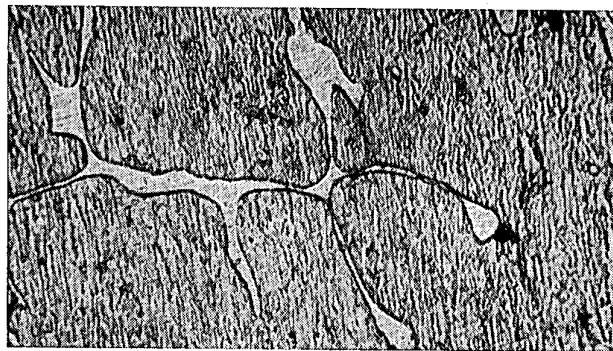
Механические свойства стали ЭИ268Л в зависимости от времени выдержки при отпуске

Режим термической обработки	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	ψ %	a_n кгм/см ²	H_B кг/мм ²
Закалка и отпуск при 550°С в течение 2 час.	129	92	10	20	2,6	359
Закалка и отпуск при 550°С в течение 20 час.	99	77	11	36	3,3	272
Закалка и отпуск при 500°С в течение 100 час.	88	69	13	41	4,3	258

Во избежание коробления применяют упрощенную термическую обработку—высокий отпуск при 680°С в течение 3 час. с последующим охлаждением на воз-



Фиг. 1. Микроструктура стали ЭИ268Л после высокого отпуска при 680°С (X500).



Фиг. 2. Микроструктура стали ЭИ268Л после закалки с 1050°С в масле и отпуска при 550°С (X500).

духе; в этом случае механические свойства стали ЭИ268Л ниже, чем при закалке с отпуском ($\sigma_b \geq 85$ кг/мм²; $\delta \geq 16\%$; $\psi \geq 10\%$). Установлено, что при высоком отпуске количество выпавших карбидов значительно больше, чем при закалке и отпуске, когда во время закалки они переходят в твердый раствор, а во время отпуска — выпадают в виде мелкодисперсной фазы.

В табл. 3 приведены механические свойства стали и количество карбидов после различной термической обработки.

Таблица 3

Механические свойства стали ЭИ268Л и содержание в ней карбидов в зависимости от термообработки

№ плавки	Режим термической обработки	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	ψ %	a_n кгм/см ²	H_B кг/мм ²	Содержание карбидов в %	
								Fe	Cr
357	Закалка и отпуск при 550°С	95	75	11	36	5,5	290	0,11	0,09
357	Высокий отпуск при 680°С (без закалки)	91	75	11	36	2,2	262	0,16	0,19
1200	Закалка и отпуск при 550°С	113	98	12,5	36	2,8	329	0,11	0,14
1200	Высокий отпуск при 680°С (без закалки)	95	75	11,5	31	1,2	250	0,24	0,38

Следует отметить, что после закалки и отпуска механические свойства стали улучшаются, в особенности ударная вязкость, составляющая более 2,5 кгм/см² при пределе прочности более 95 кг/мм². Если содержание углерода минимально, то вязкость повышается до 8—10 кгм/см², а предел прочности снижается.

На фиг. 1 и 2 показаны микроструктуры стали ЭИ268Л соответственно после высокого отпуска и после закалки и отпуска.

Как видно из табл. 4, при увеличении температуры кратковременных испытаний на разрыв сталь начинает значительно разупрочняться только при температурах выше 500°С.

Таблица 4

Механические свойства стали ЭИ268Л в зависимости от температуры испытаний

Температура в °С	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	ψ %
20	113	97	12	34
300	98	83	9	35
400	95	80	8	32
500	87	78	20	52
600	44	38	16	78

В табл. 5 приведены результаты исследования предела выносливости стали на гладких образцах при 20 и 500° С и на образцах с надрезом при 20° С*.

Таблица 5

Предел выносливости образцов из стали ЭИ268Л в зависимости от температуры испытаний

Характер образца	Температура в °С	Предел выносливости в кг/мм ² (на базе 10 ⁶ циклов)
Гладкий	20	41
С надрезом	20	26,5
Гладкий	500	27

Предел ползучести при остаточной деформации 0,2% за 25 час. составил 38 кг/мм² при 400° С и 25 кг/мм² при 450° С.

Длительная прочность за 100 час. равна 80 кг/мм² при 400° С; 30 кг/мм² при 500° и 20 кг/мм² при 550°.

Сталь ЭИ268Л обладает хорошими литейными свойствами: способностью заполнять тонкие стенки (жидкотекучестью) и обеспечивать качественную поверхность отливки; свободная линейная усадка — около 2,5%. Сталь хорошо сваривается контактной и дуговой сваркой. Electroдами служат прутки из этого же материала с покрытием ВОП-2.

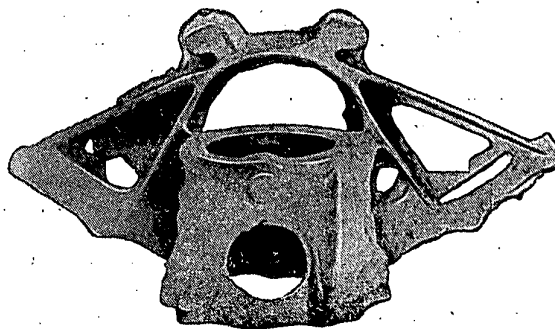
Физические свойства стали ЭИ268Л следующие:

Температура в °С	20	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Кэффициент теплопроводности λ мкал/см·сек·°С	0,043	0,047	0,051	0,054	0,059	0,063	0,066	0,068	0,071	0,075

* Исследование выполнено совместно с С. Л. Жуковым.

Температура в °С	20—100	100—200	200—300	300—400	400—500	500—600	600—700	700—800	800—900
Кэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^{-6}$	10,3	11,5	12,23	13,37	14,29	14,23	14,32	15,16	16,15

Литье из стали ЭИ268Л, отвечающее нормам МАП АМТУ 373—56, освоено на ряде заводов в серийном производстве для спрямляющих лопаток и других деталей. Эксплуатационные испытания дали положительные результаты. Эту сталь можно отливать в песчаные, оболочковые и керамические формы и использовать в серийном и опытно-машинном строительстве для деталей, подвергающихся воздействию коррозионной среды и нагреву до 500—550° С. При литье компрессорных спрямляющих лопаток, по выплавляемым моделям устраняется необходимость ме-



Фиг. 3. Узел из стали ЭИ268Л.

ханической обработки (фрезерования и шлифования) по перу лопатки при толщине 1 мм и допуске 0,1—0,2 мм. На фигуре в начале статьи показана компрессорная лопатка из стали ЭИ268Л, отлитая без припуска на механическую обработку.

Представленный на фиг. 3 узел, отлитый из этой стали для опытного изделия, имеет сложную конфигурацию, тонкие стенки и ребра.

Выводы

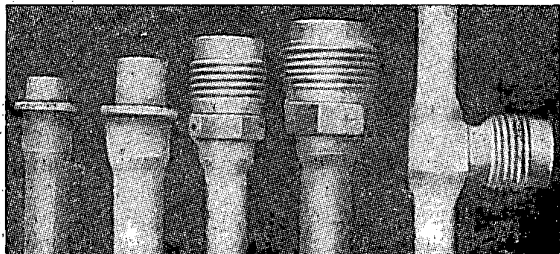
1. Сталь ЭИ268Л рекомендуется для литых деталей, работающих в среде влажного воздуха при температурах до 500° С (например, спрямляющих компрессорных лопаток). При этом не требуется защита от коррозии.

2. После закалки и отпуска при 500—550° С сталь обладает высокими пределами прочности (95 кг/мм² и более) и текучести (75 кг/мм² и более) при комнатной температуре, которые снижаются примерно на 20% при 500° С.

3. Сталь ЭИ268Л характеризуется высокими длительной прочностью и сопротивлением ползучести и усталости, а также хорошими литейными свойствами.

Жаропрочный припой для пайки нержавеющей стали 1X18H9T

А. И. ГУБИН



Соединения трубопроводов, паянные приеом ПЖЛ-500.

За последнее десятилетие в машиностроении начали широко применять пайку твердыми припоями взамен сварки, так как в некоторых случаях это упрощает технологический процесс и, кроме того, паяные соединения обладают более высокой вибрационной прочностью.

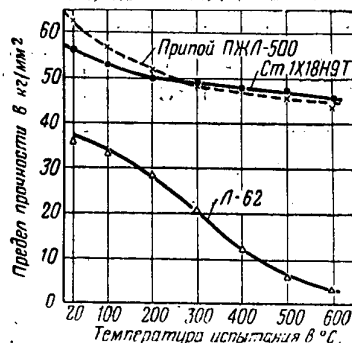
Для того чтобы расширить использование пайки при изготовлении конструкций из нержавеющей стали 1X18H9T, на заводе были проведены работы по изысканию новых припоев. В результате удалось создать жаропрочный сплав — припой с температурой плавления 1080—1100° С, которому была присвоена марка ПЖЛ-500. Этот припой имеет следующий состав: 27—30% Ni; 1,5—2% Si; 0,2% В (по расчету); не более 1,5% Fe; остальное Cu. Для составления шихты используются: лигатура Si—Cu; никель N1, N2, N3; медь M1, M2, M3; лигатура В—Ni или В—Fe. Содержание вредных примесей Al и Be не должно превышать 0,1%. Плавление и разливку ведут при 1200° С.

Припой может быть изготовлен в виде прутков диаметром 2 мм и более, проволоки диаметром 1,5 мм и более, фольги толщиной более 0,1 мм, а также в виде пасты. Прутки отливают в подогретый кокиль или в форму с выплавляемой моделью. Проволоку и фольгу прокатывают на фасонных и гладких валках после закалки по режиму: нагрев до 975° С, охлаждение в воде. Для изготовления пасты опилки припоя просеивают через сито с 400 отв/см², смешивают с флюсом 201 (ВИАМ) и связывают водой или раствором канифоли в толуоле (10 г на 100 см³ толуола). Один килограмм припоя ПЖЛ-500 стоит 6—8 руб.

Пайку стали 1X18H9T ведут при 1150° С с применением флюсов 200, 201 или плавеной буры. Подготовленные детали собирают в узел, оставляя в месте спая зазор 0,05—0,15 мм. Такой зазор гарантирует во время пайки в печи затекание припоя на глубину 130 мм при горизонтальном и до 80 мм — при вертикальном расположении зазора.

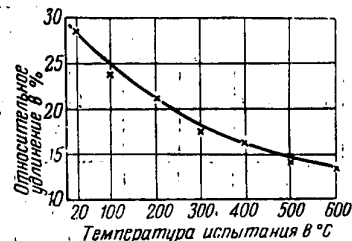
Кусок припоя в виде куба с гранью длиной 5 мм на горизонтальной поверхности образцов из стали 1X18H9T при пайке в печи с применением флюса 201 растекается за 10 мин. до образования слоя максимальной толщиной 5 мк.

При использовании припоя ПЖЛ-500 детали можно нагревать ацетилено-кислородным пламенем, токами высокой частоты, в соляных ваннах, в обычных печах, вакуумных, а также с защитной или восстановительной атмосферой. При пайке в высоком вакууме или в восстановительной атмосфере отпадает необходимость во флюсах. В остальных случаях применяют флюсы 200 или 201, растворенные в воде, которые наносят на поверхность деталей перед пайкой.



Фиг. 1. Прочность припоя ПЖЛ-500, стали 1X18H9T и латуни Л62 при различных температурах.

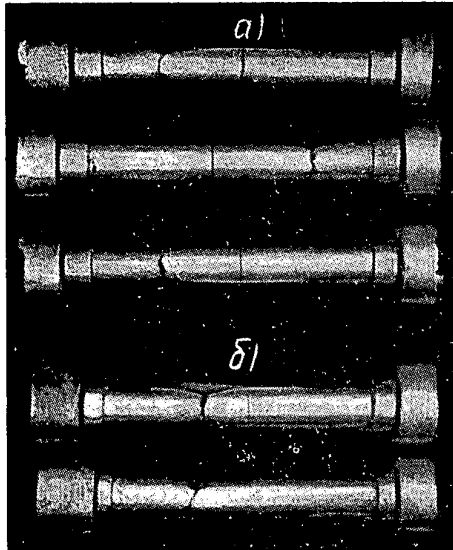
Испытания механических свойств при различных температурах показали, что отлитый в кокиль припой ПЖЛ-500 не уступает по прочности стали 1X18H9T (фиг. 1). Наряду с этими он имеет довольно высокую пластичность (фиг. 2).



Фиг. 2. Пластичность припоя ПЖЛ-500 при различных температурах.

Образцы из сталей 1X18H9T и 20, паянные встык с зазорами 0,05—0,15 мм, при растяжении разрушаются по основному металлу (фиг. 3).

Выдержка спаянных образцов из стали 1X18H9T в печи при 500° С в течение 100 час. практически не сказалась на прочности и пластичности паяных соединений. 500 циклов повторных нагревов до 700° С с последующим охлаждением в воде также не приве-



Фиг. 3. Характер разрушения паяных образцов.

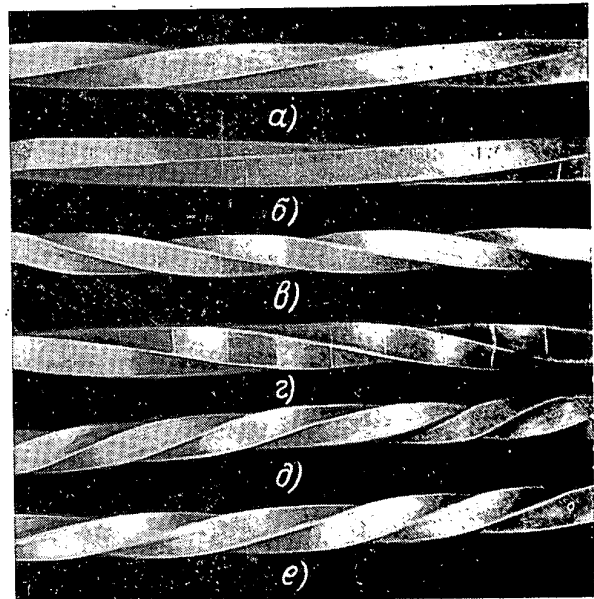
а—из стали 1X18H9T; б—из стали 20.

ли к снижению механических свойств и образованию трещин в результате термической усталости.

Для иллюстрации прочности и пластичности паяных соединений на фиг. 4 показаны механически обработанные бруски размером 8×8×200 мм после закручивания при 20° С. Эти бруски были получены торцевой пропайкой кусков стали разных марок и из пропаянных листов. Образцы закручивали для проверки качества пайки; при этом в случаях сплошной пропайки соединения имели механические свойства, аналогичные свойствам основного металла. Спаянные образцы из стали 1X18H9T также закручивали и при 500° С; разрушений при этом не наблюдалось.

На сливной стружке, полученной при механической обработке образцов из кусков, пропаянных по торцам, надрывы и трещины в местах пайки не образуются. Поверхность стружки с темно-синим цветом побежалости прерывается поперечными блестящими линиями стыкового паяного шва, что свидетельствует о большей жаростойкости соединения.

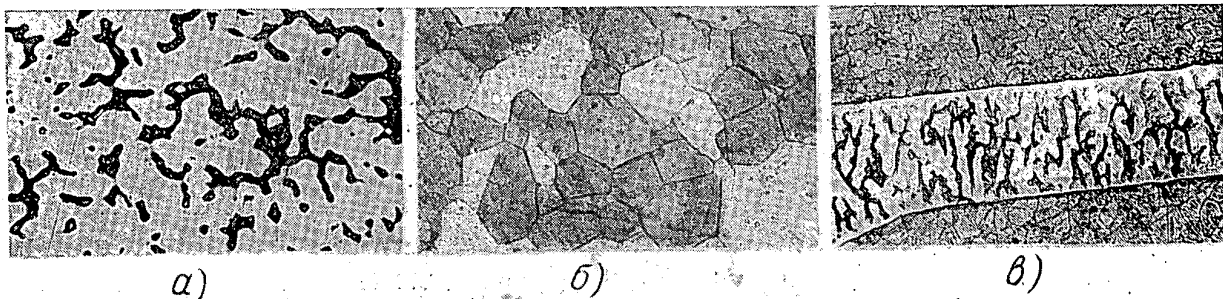
Исследование показало, что окалинообразование у припоя ПЖЛ-500 при 500° С на 26% и при 600° С — на 13,5% меньше, чем у стали 1X18H9T.



Фиг. 4. Паяные образцы после закручивания при 20° С. Изготовлены из сталей.

а—20; б—X17H2; в—1X18H9T; г—ЭИ481 (торцевая пропайка); д—20; е—1X18H9T (из пропаянных листов).

Известно, что некоторые припои (серебряные, медно-цинковые) при контакте со сталями в определенных случаях способны значительно снижать их прочность и пластичность; при этом возможны хрупкие разрушения и образование трещин в паяемых метал-



Фиг. 5. Микроструктура (×100):

а—припой в литом состоянии; б—припой после закалки; в—паяного соединения.

Микрошлифы травились в реактиве Васильева.

лах. Поэтому было проверено влияние жидкого припоя ПЖЛ-500 на прочность и пластичность стали 1X18H9T. Облуженные образцы испытывали на растяжение при 1150°С. У стали не было обнаружено хрупких разрушений, снижения прочности и пластичности ($\sigma_b = 8-9 \text{ кг/мм}^2$, $\delta = 35-38\%$).

Микроструктура припоя в литом состоянии представляет собой кристаллиты твердого раствора и интерметаллиды (фиг. 5,а). Закалка припоя при 950—1000°С в воду изменяет литую структуру, превращая ее в полиэдрическую, типичную для однофазного твердого раствора (фиг. 5,б). Микроструктура изучалась на соединениях, полученных в результате пайки в печи при 1150°С в течение 5—50 мин.; при этом роста зерна основного металла (сталь 1X18H9T) не обнаружено. Диффузии припоя по границам зерен и глубокого взаимного растворения припоя и металла также не происходило. Припой не оказывает эродирующего действия на основной металл, как это наблюдается при пайке припоем BNiCr, но с ним диффузионно сцепляется, обеспечивая адгезию (фиг. 5,в).

Всесторонняя проверка пайки различных трубопроводов припоем ПЖЛ-500 (см. фигуру в начале статьи) в заводских условиях показала явное преимущество пайки по сравнению со сваркой; это подтверждено опытной пайкой деталей из стали 1X18H9T на ряде других заводов.

Выводы

1. Припой ПЖЛ-500 предназначен для пайки деталей из нержавеющей стали 1X18H9T (тонкостенных трубопроводов, патрубков, форсунок и др.).

2. Нагрев при пайке можно осуществлять пламенем ацетилено-кислородной горелки, токами высокой частоты, в соляных ваннах или в печах. В случаях нагрева в высоком вакууме или в осушенном диссоциированном аммиаке пайку можно вести без флюсов.

3. Припой ПЖЛ-500 по сравнению с применяемыми в настоящее время для пайки стали 1X18H9T серебряными и медно-цинковыми припоями при примерно одинаковой растекаемости имеет ряд преимуществ:

а) значительно более высокую прочность при комнатной и повышенной температурах, практически равную прочности стали 1X18H9T; вместе с тем в литом состоянии сохраняет необходимые пластические свойства;

б) до 600°С сохраняет жаростойкость примерно такую же, как и у стали 1X18H9T;

в) в жидком состоянии при контакте со сталью 1X18H9T не снижает ее прочности и пластичности, что исключает возможность образования трещин во время пайки и позволяет нагревать основной металл любым способом.

Новые моющие материалы для снятия консервирующей смазки с листов из алюминиевых сплавов

Н. Ф. КУТУМОВ, И. И. МОИСЕЕВ и Л. Д. ПАВЛОВСКАЯ

Обезжиривание поверхности дуралюминовых листов с помощью веществ ОП-7 и ОП-10

Консервирующую смазку с дуралюминовых листов обычно удаляют при помощи токсичных растворителей — бензина или уайт-спирита, что требует усиленной вентиляции, огнеопасно, загрязняет спецодежду и раздражает кожу рук рабочих.

В настоящее время в текстильной промышленности для обезжиривания шерсти применяют вещества ОП-7* (ТУ 3553—53) и ОП-10 (ТУ 3554—53), которые обладают высокой смачивающей, эмульгирующей и моющей способностью.

Эти вещества представляют собой продукты обработки высокомолекулярных моно- и диалкилфенолов окисью этилена и выпускаются в виде маслообразных вязких жидкостей или же легкоплавких паст со

слабым запахом. Они хорошо растворяются в воде; их водные растворы безвредны и неогнеопасны, а химически почти нейтральны: величина pH однопроцентного раствора равна 6—8. Следует отметить, что раствор ОП-7 по сравнению с ОП-10 имеет лучшие моющие свойства. Особенно ценным является хорошая смачиваемость этими составами гидрофобных веществ (жиров, смазок и масел), причем наибольший эффект достигается при концентрации 0,5—2,0 г/л.

На заводе, где главным технологом т. Горлов, уже длительное время используют водные растворы веществ ОП-7 и ОП-10 для расконсервации дуралюминовых листов. Благодаря смачиванию происходит диспергирование технического вазелина и он легко удаляется с поверхности металла. Технология

* О веществе ОП-7 см. также «Авиационная промышленность», 1957, № 4, стр. 66.

расконсервации следующая. Поступивший материал сначала выдерживают на складе (в зимних условиях — не менее суток) для того, чтобы он принял температуру помещения, которая должна быть 10—30° С при относительной влажности 65—70%. Затем листы распаковывают и удаляют смазку, протирая их салфетками, смоченными водными растворами ОП-7 или ОП-10.

Растворы готовят из расчета 20—100 г ОП на 1 л воды. По мере необходимости их доводят до рабочей концентрации 1—2 г/л. Такой раствор по выдаче на рабочие места выборочно проверяют в ЦЗЛ на величину pH, которая должна составлять 6—8.

Температура раствора должна быть 50—60° С. Во избежание охлаждения его хранят в алюминиевых баках, закрытых крышками и обшитых теплоизоляционным материалом.

Рабочие растворы периодически (выборочно) проверяют в ЦЗЛ завода на содержание ОП. Для того чтобы они быстро не загрязнялись консервирующей смазкой, обтирочные салфетки после протирки листов промывают в отдельном баке с раствором 1—2 г/л ОП, отжимают, а затем смачивают рабочим раствором. Одним литром раствора можно расконсервировать 20—35 м² поверхности листов. Состав пригоден также для чистки спецодежды, загрязненной минеральным маслом.

После удаления смазки листы протирают чистыми сухими салфетками или алигнином. Влажные листы нельзя складывать в стопы или ставить на ребро. Опыт эксплуатации показал, что при длительном хранении обработанные листы не корродируют.

Один килограмм ОП-7 стоит 3 руб. 85 коп., а ОП-10—3 руб. 50 коп. Это позволило получить определенный экономический эффект; так, например, для обработки 1 м² поверхности ранее требовалось 25 г бензина стоимостью 1,4 коп.; теперь же на данную операцию расходуется 0,02 коп.

На заводе, где главным технологом т. Горлов, в опытном порядке эксплуатируется протирочная машина для снятия технического вазелина с поверхности дуралюминовых листов с применением водных растворов ОП-7 и ОП-10 (см. фигуру). Раствор ва-

ливают в бак и подогревают паром (с помощью змеевика) до 50—60° С. Затем листы, уложенные на рольганги, вручную подают в машину, откуда они, пройдя систему пар резиновых валов и валов, покрытых хлопчатобумажной тканью, выходят на другие рольганги и поступают на контроль. В машине листы с обеих сторон омываются горячим раствором ОП-7 или ОП-10, подаваемым насосом под давлением 2—3 атм. Раствор с консервирующей смазкой, снятой с листов, стекает в бак, соединенный с другим баком, из которого раствор забирается для промывки. Вазелин по мере накопления откачивается из раствора и

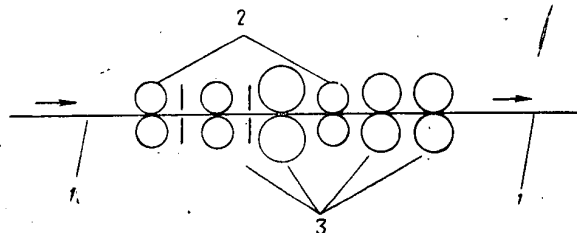


Схема протирки дуралюминового листа.

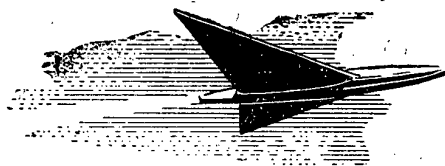
1—рольганг; 2—направляющие ролики; 3—протирочные валы.

поступает в тару. Описанная машина позволяет обрабатывать не менее 100—200 листов в час.

Заводам, изготавливающим дуралюминовые листы, для облегчения расконсервации рекомендуется добавлять в консервирующую смазку 1—2% эмульгатора ОП-4 — активного и малорастворимого вещества.

По мнению авторов, вещества ОП-7 и ОП-10 можно использовать для обезжиривания черных металлов, а также при обработке металлов резанием в качестве добавки в охлаждающие жидкости, что значительно улучшит смачиваемость обрабатываемых поверхностей. Опробование этих веществ для шлифования и фрезерования дало положительные результаты.

На заводе вещества ОП-7 и ОП-10 употребляют также при подготовке листов из алюминиевых сплавов к анодированию. Предварительные данные показывают, что это повышает качество покрытий.



ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Повысить экономичность технологического оснащения самолета

С. Д. БЕШЕЛЕВ

Рекомендации по выбору оптимального объема оснастки

Степень технологического оснащения производства оказывает большое влияние на себестоимость изделия и трудоемкость его изготовления (см. фигуру). Так, по данным завода, трудоемкость одного изделия после внедрения оснастки первой очереди снизилась на 35—50%.

Однако рост затрат на оснастку увеличивает накладные расходы, что в свою очередь повышает себестоимость изделия. Как видно из фигуры, процент снижения себестоимости за рассматриваемый период меньше, чем процент уменьшения трудоемкости.

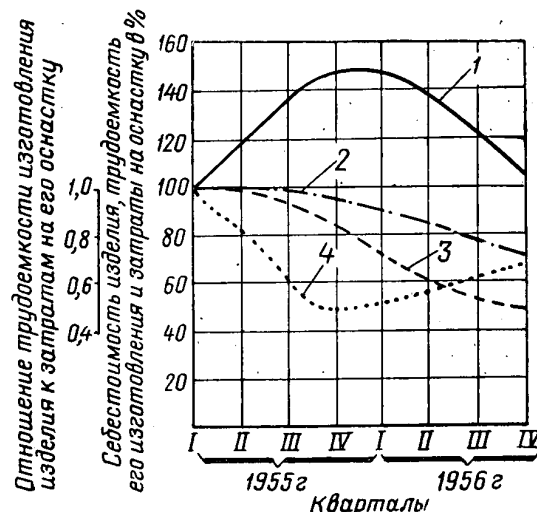
Себестоимость изделия зависит от многих факторов, в том числе от эффективности применяемых технологических процессов, степени использования материалов, масштабов производства и его организации.

Усложнение конструкции и повышение точности изготовления современных самолетов значительно увеличили масштабы технологического оснащения, как относительно, по сравнению с количеством оснащаемых деталей, так и абсолютно, по сравнению с предыдущими годами. В то же время частая смена изготавливаемых изделий в связи с их совершенствованием делает нецелесообразным выпуск крупными сериями, а это повышает удельный вес оснастки в себестоимости изделия. По данным завода, при мелко-серийном производстве затраты на оснастку в течение первого года изготовления самолета составляют 8—15% от его себестоимости. Отсюда следует, что в современных условиях нужно с особым вниманием относиться к вопросу об экономичности оснастки в самолетостроении.

На практике необходимость изготовления того или иного вида оснастки устанавливается в лучшем случае на основании личного опыта технолога. Ее экономическую эффективность, как правило, не определяют. Часто под лозунгом максимальной механизации допускают излишества в технологическом оснащении изделий.

На некоторых заводах для упрощения бухгалтерской и плановой документации цехам подготовки

производства выдают укрупненные ваказы по группам оснастки, например, один общий заказ на все вырубные штампы. Подобная система исключает возможность подсчета экономической эффективности оснащения отдельных операций. Эту величину целесообразно определять путем сопоставления расходов



Зависимость себестоимости изделия и трудоемкости его изготовления от технологического оснащения.

(За единицу или 100% принято состояние на 1.1.1955 г.).

1—затраты на оснастку; 2—себестоимость изделия; 3—трудоемкость изготовления; 4—отношение трудоемкости изготовления к затратам на оснастку.

на изготовление оснастки со снижением затрат труда, необходимого для выполнения оснащаемой операции.

На фигуре по оси ординат отложено отношение трудоемкости изготовления изделия к затратам на его оснащение. Кривая показывает, что темпы снижения трудоемкости в данном случае отстают от

темпов оснащения. Это характеризует период интенсивного оснащения изделия (до конца 1955 г.), когда еще не были достигнуты необходимые темпы работы основного производства. Затем кривая поднимается вверх, т. е. темпы снижения трудоемкости начинают опережать темпы оснащения.

Конечно, эффективность технологического оснащения заключается не только в экономических показателях. Некоторые виды оснастки изготовляют для обеспечения качества изделия, повышения эксплуатационной надежности и т. д. Все эти факторы в конечном итоге дают определенный экономический эффект, хотя подсчет его затруднителен. В большинстве случаев, однако, экономическую эффективность оснастки удается выразить количественно.

Все технологическое оснащение самолета можно условно разделить на две основные группы:

1. Оснастка, выпуск которой обусловлен требованиями к качеству изделия или невозможностью его изготовления универсальными способами. Основная часть этой оснастки обычно называется оснасткой первой очереди. К ней относятся эталоны агрегатов, узлов и готовых изделий, контрольные приспособления, плазы и болванки, а также контрольные и поверочные стенды, выпускаемые силами завода. В эту группу входят все основные сборочные стапели и приспособления, без которых нельзя монтировать узлы и агрегаты, литейные модели и прессформы для резиновых и пластмассовых деталей, а также специальный инструмент.

2. Заготовительная, слесарно-сборочная, сборочная и контрольная оснастка, способствующая снижению трудоемкости и повышению производительности труда.

По данным автора, стоимость оснастки первой группы составляет 45—70% полной стоимости оснащения самолета, а стоимость оснастки второй группы — соответственно 30—55%.

Если применение оснастки первой группы может диктоваться соображениями неэкономического порядка, то при определении необходимости в оснастке второй группы экономические факторы должны быть решающими.

Обычно за показатель оснащенности изделия принимают так называемый коэффициент оснастки, т. е. отношение количества приспособлений к количеству «оригинальных» деталей в изделии. Некоторые авторы* считают, что трудоемкость изготовления изделия уменьшается пропорционально этому коэффициенту. Тем самым поощряется всемерное увеличение количества оснастки без сопоставления снижения трудоемкости с расходами на ее изготовление.

Мы считаем, что коэффициент оснастки не может служить показателем экономически обоснованного оснащения изделий.

Анализ снижения трудоемкости изделий, достигнутого в результате повышения степени оснащения, с достаточной для приближенных расчетов точностью позволяет установить границы экономичности оснастки.

* См., например, А. С. Консон. Экономический анализ при проектировании машин, Машгиз, 1955.

Основное условие эффективности оснащения можно выразить неравенством

$$\mathcal{E} - 3 > 0, \quad (1)$$

где \mathcal{E} — экономия, полученная в результате внедрения оснастки;

3 — затраты на оснащение изделия.

За эффективность оснащения можно принять экономию по заработной плате, получаемую в результате внедрения оснастки. Тогда

$$\mathcal{E} = \Delta T \cdot n, \quad (2)$$

где ΔT — снижение трудоемкости в результате оснащения, выраженное в нормочасах или рублях;

n — годовая программа в шт.

При подсчете экономической эффективности очень важно правильно определить срок амортизации оснастки, зависящий от ее сложности, условий эксплуатации и степени использования, связанной с объемом выпускаемой продукции. Отсутствие утвержденных нормативов по этому вопросу зачастую приводит к неправильным выводам при расчете себестоимости изделий. Желательно, чтобы НИИТ на основании заводских данных разработал нормативы амортизации различных видов оснастки.

В приближенных расчетах можно принимать следующие сроки амортизации: для несложной оснастки (оправок, поддержек, простых кондукторов) — один год, для оснастки средней сложности (штампов, станочных приспособлений, поворотных кондукторов) — два года и для сложной оснастки (стапелей сборочных приспособлений, прессформ) — пять лет.

В стоимость оснастки включаются также расходы, связанные с ее эксплуатацией. По статистическим данным эти затраты составляют ежегодно в среднем 20% от общей стоимости оснастки. Тогда годовые затраты будут равны для простой оснастки — 120% от стоимости ее изготовления, для оснастки средней сложности — 70% и для сложной — 40%.

Неравенство (1), приведенное к годовому периоду, можно записать в виде

$$\Delta T n - 3_r > 0, \quad (3)$$

где 3_r — годовые затраты на оснастку в нормочасах.

После преобразований получим:

$$\frac{\Delta T}{3_r} n - 1 > 0. \quad (4)$$

Если обозначить

$$\frac{\Delta T}{3_r} = K_{эф}, \quad (5)$$

где $K_{эф}$ — коэффициент эффективности оснастки,

$$\text{то } K_{эф} n - 1 > 0 \quad (6)$$

$$\text{или } K_{эф} n > 1. \quad (7)$$

Чем выше этот коэффициент для данного вида оснастки, тем, следовательно, целесообразнее затраты на оснастку в основном производстве.

Рассмотрим пример расчета экономической эффективности оснастки. Пусть расходы на изготовление

пластинчатого штампа составляют 55 руб. Тогда годовые затраты на оснастку, с учетом двухгодичного срока ее эксплуатации, будут равны (в руб.):

$$З_г = 0,73 \cdot 0,7 \cdot 55 = 38,5.$$

Стоимость изготовления детали без оснастки—0,14 руб., а с помощью штампа—0,02 руб.

Чтобы рассчитать, при какой годовой программе применение оснастки будет экономически оправдано, преобразуем выражение (7) следующим образом:

$$n \geq \frac{1}{K_{эф}}. \quad (8)$$

Согласно равенству (5)

$$K_{эф} = \frac{0,14 - 0,02}{38,5} = 0,0031.$$

Тогда

$$n \geq \frac{1}{0,0031} = 322.$$

Таким образом, в данном случае минимальная годовая программа, при которой выпуск штампа экономически выгоден, составляет 322 детали.

Представим себе, что будет использован не пластинчатый, а инструментальный штамп, причем прямые расходы на его изготовление выразятся в сумме 120 руб.

Годовые затраты (в руб.) составят:

$$З_г = 0,7 \cdot 120 = 84.$$

Следовательно,

$$K_{эф} = \frac{0,12}{84} = 0,0014.$$

Отсюда минимальная экономически выгодная годовая программа (в шт.)

$$n > \frac{1}{0,0014} = 714.$$

Зная годовую программу, можно, пользуясь отношением (7), решить обратную задачу: рассчитать с достаточной точностью, какие затраты на оснащение данной операции являются наиболее эффективными.

Для сравнения полезности технологического оснащения одного и того же изделия в разные периоды или двух однотипных изделий может служить коэффициент относительной эффективности оснастки.

$$K_{от} = K_{эф} K_T. \quad (9)$$

или

$$K_{от} = \frac{\Delta T}{3} K_T T, \quad (10)$$

где T — трудоемкость изготовления изделия в начале расчетного периода;

K_T — коэффициент, характеризующий снижение трудоемкости в результате освоения производства.

Пользуясь величиной $K_{от}$, можно сравнивать экономические результаты оснащения, анализировать динамику снижения трудоемкости и определять рентабельность расходов на оснастку, что нельзя сделать при помощи общепринятого коэффициента оснащения.

Разберем пример применения коэффициента относительной эффективности. Предположим, что годовые

затраты на оснащение изделия А равны 500 000 руб. и что трудоемкость его изготовления в начале года составляла 10 000 руб., а в конце года—8000 руб. На оснащение изделия Б затрачено 150 000 руб.; за тот же период трудоемкость снизилась с 5000 до 3000 руб.

Коэффициент освоения для обоих изделий равен 0,8. Необходимо определить, какое из указанных изделий более эффективно оснащалось, то есть в каком случае затраченные на это средства дали лучший экономический результат. По формуле (10) для изделия А

$$K_{от} = \frac{2000 \cdot 10\,000 \cdot 0,8}{500\,000} = 32;$$

для изделия Б

$$K_{от} = \frac{2000 \cdot 5000 \cdot 0,8}{150\,000} = 53,3.$$

Следовательно, эффективность оснащения изделия Б выше, чем изделия А, несмотря на одинаковое уменьшение трудоемкости за расчетный период. Это означает, что расходы на оснащение изделия Б окупятся быстрее; последнее в свою очередь приведет к более интенсивному снижению себестоимости.

Основным требованием к любой механизации является максимальная экономия затрат труда, что невозможно без систематического анализа издержек производства. Анализ динамики уменьшения трудоемкости позволит решить такие вопросы, как зависимость последней от степени освоения и объема выпуска.

В американской авиационной промышленности придают большое значение систематическому контролю и анализу затрат на подготовку производства. Так, например, фирма Boeing составляет еженедельные сводки об отклонении фактических расходов на изготовление оснастки от плановых. На основе этих сводок разработаны расчетные нормативы, охватывающие 70% затрат труда, приходящихся на изготовление всей оснастки.

Большинство авиационных фирм США разрабатывает перспективные планы ежемесячного снижения трудоемкости; соответственно с этим устанавливается ежемесячный выпуск самолетов. Эти величины рассчитывают с помощью данных, полученных в результате анализа производства.

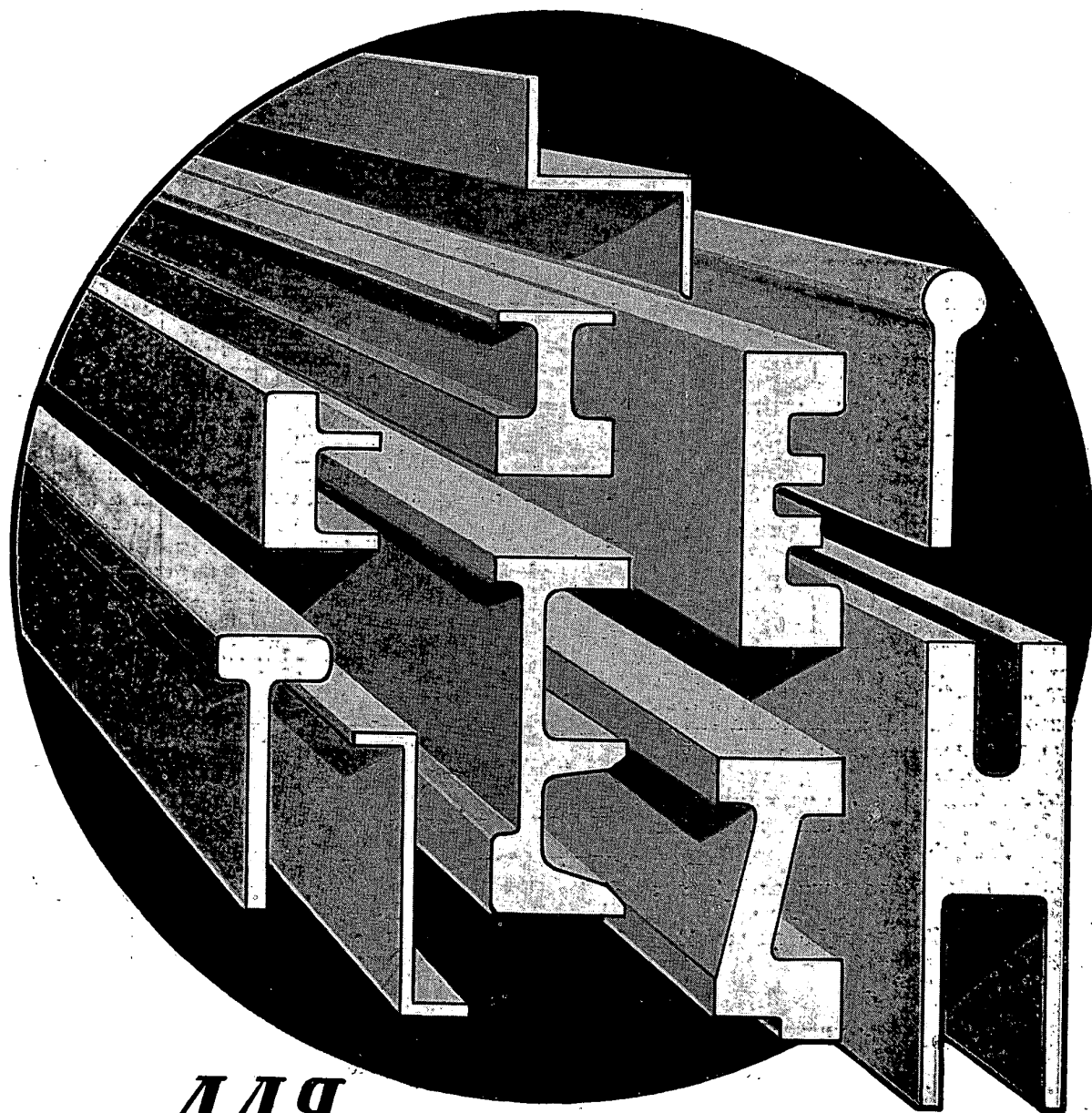
Выводы

1. Для правильного решения вопросов оснащения изделий необходимо знать экономическую эффективность оснастки. Коэффициент ее эффективности может служить критерием влияния оснащения на затраты труда на той или иной операции.

2. Оценивать оснащенность изделия в разные периоды или же сравнивать оснащенность однотипных изделий выгодно с помощью коэффициента относительной эффективности.

3. Предлагаемые способы расчета экономической эффективности оснастки позволяют быстро и с достаточной точностью определять экономическую целесообразность оснащения изделий.

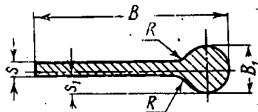
ПРЕССОВАННЫЕ **П Р О Ф И Л Ы**



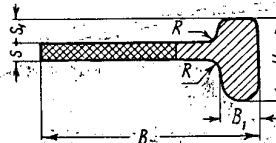
ДЛЯ
АВИАЦИОННОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Профили

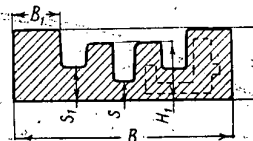
ПК1522



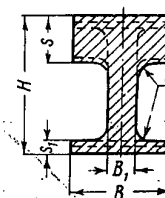
С172



П-3



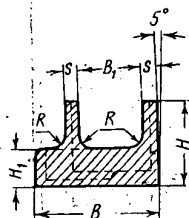
П-4



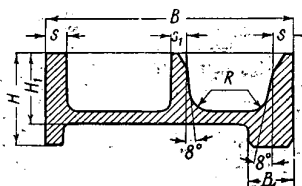
№ профиля	B	B ₁	H	H ₁	s	s ₁	R
ПК1522	27,0	6,0	—	—	1,5	2,7	3,0
С172	30,0	5,0	12,0	—	2,5	6,2	1,0
П-3	61,0	14,0	20,0	15,5	5,0	7,0	—
П-4	28,0	8,0	38,0	—	13,0	3,5	3,0
П-5	35,0	18,3	24,0	10,0	4,0	—	3,0
ПК1804	88,0	16,0	33,0	25,0	7,0	5,0	6,0
П-8	66,0	17,0	30,0	11,0	9,0	10,0	3,0
ПС11-25	22,0	25,0	29,0	—	2,5	1,5	2,5
ПК1528	110,0	30,0	34,0	12,0	4,0	—	6,0
АПР146	35,0	—	8,0	—	2,0	—	0,5

Профили изготавливаются из сплавов Д1, Д16, В95, АМг, АМгЗ, АМг5, АМг6, АМц, АД и АД1.

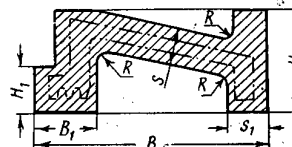
П-5



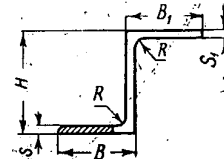
ПК1804



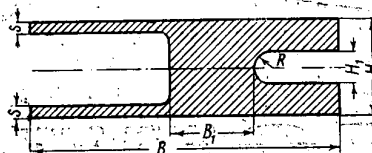
П-8



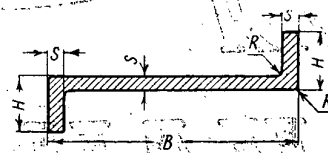
ПС11-25



ПК1528



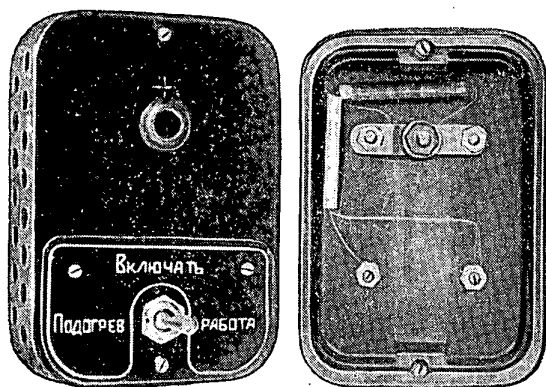
АПР146



В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Регулирование температуры плит гидравлических прессов при помощи корректирующих приставок

Г. А. ГУСЕВ

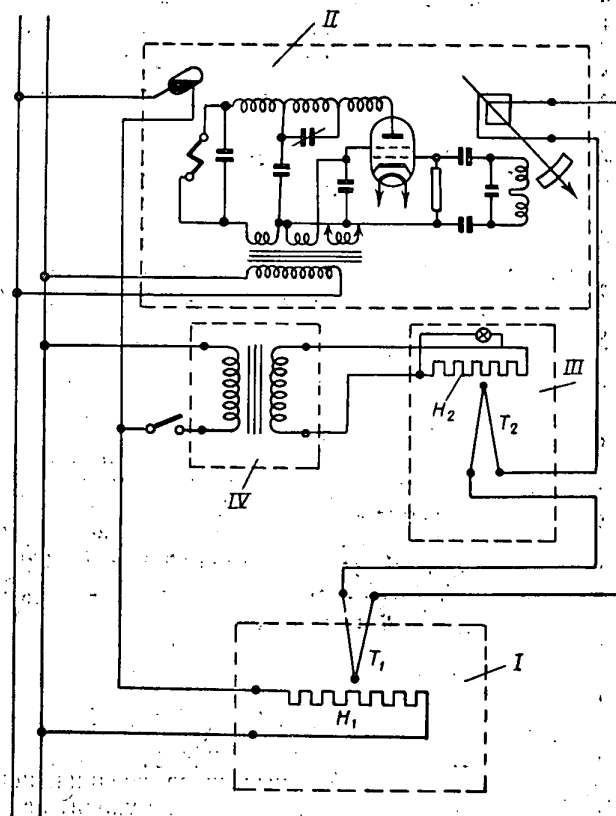


Корректирующая приставка.

При регулировании температуры в электроннагревательных устройствах контактными гальванометрами, электронными регуляторами или потенциометрами получается перепад между температурами включения и выключения, достигающий до ± 10 — $\pm 15^\circ \text{C}$. Между тем, имеются такие технологические процессы, которые требуют регулирования температур с точностью до $\pm 3^\circ \text{C}$ и даже $\pm 1^\circ \text{C}$. К ним прежде всего относится прессование резиновых деталей на прессах с электрическим подогревом. Для обеспечения заданных температурных допусков при прессовании резиновых деталей пирометрическая лаборатория завода применила корректирующие устройства.

Схема регулирующей установки с корректирующей приставкой показана на фиг. 1. Из этой схемы видно, что корректирующее устройство III состоит из нагревателя H_2 (нихромовая проволока диаметром 0,3 мм), включенного в сеть параллельно с основным нагревателем через трансформатор IV, понижающий напряжение до 4—7 в. Дополнительный нагреватель наматывается на пустотелый слюдяной каркас диаметром 4—6 мм, внутри которого помещается дополнительная термопара T_2 (диаметр ее электродов равен 0,5 мм), включенная последовательно с основной термопарой (лучше всего, чтобы они имели общую градуировку).

При разогреве плиты T корректирующее устройство выключается и нагрев идет по обычной схеме. По достижении рабочей температуры устройство включается и параллельно нагреваются как основной, так и дополнительный нагреватель. Дополни-



Фиг. 1. Схема регулирующей установки с корректирующей приставкой.

I—плита; H_1 —основной нагреватель; T_1 —основная термопара; II—электронный регулятор ЭРМ-47; III—корректирующее устройство; H_2 —дополнительный нагреватель; T_2 —дополнительная термопара; IV—трансформатор питания корректирующего устройства.

тельные нагреватель H_2 и термopара T_2 , имея малую тепловую инерцию, быстро нагреваются и отключают через электронный регулятор II все нагреватели. Дополнительный нагреватель благодаря малой тепловой инерции быстро охлаждается, включая через электронный регулятор всю нагревательную систему.

Рабочий нагреватель, обладая большой тепловой инерцией, за время срабатывания корректирующего устройства изменяет температуру плиты весьма незначительно, и на прессформах, зажатых между двумя плитами с основными нагревателями, температура изменяется всего на $1-3^\circ\text{C}$, что соответствует требованиям технологии.

Корректирующая приставка (см. фигуру в начале статьи) размещается в пластмассовой коробке размерами $120 \times 80 \times 35$ мм. На заводе для этого используются корпуса от забракованных нормальных эле-

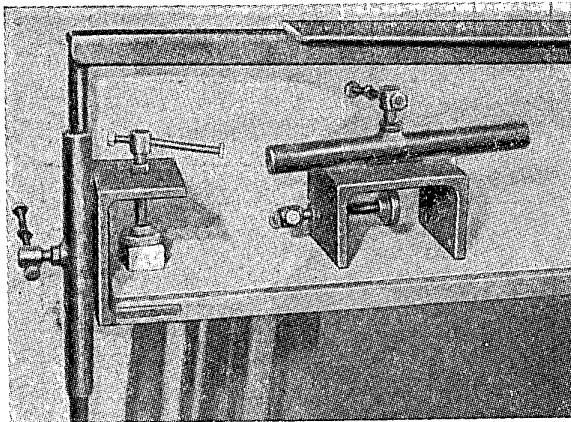
ментов, в боковых стенках которых высверливаются отверстия для лучшего обдува воздухом дополнительного нагревателя.

Температура, получаемая при этом способе регулирования, не соответствует истинной температуре плиты, так как термоэлектродная цепь состоит из двух последовательно соединенных термopар и гальванометр показывает сумму их показаний. Согласно технологическому процессу необходимо знать температуру не рабочих нагревателей, а прессформы (или деталей), которая определяется особой термopарой или ртутно-стеклянным термометром.

Таким образом, благодаря применению корректирующих приставок стало возможным регулировать температуру плит гидравлических прессов для пресования резиновых изделий с точностью $\pm 1 \div \pm 3^\circ\text{C}$, что вполне приемлемо для контроля самых точных технологических процессов.

Рентгеноконтроль топливных, масляных и воздушных трубопроводов

Б. В. БОРЩЕВ

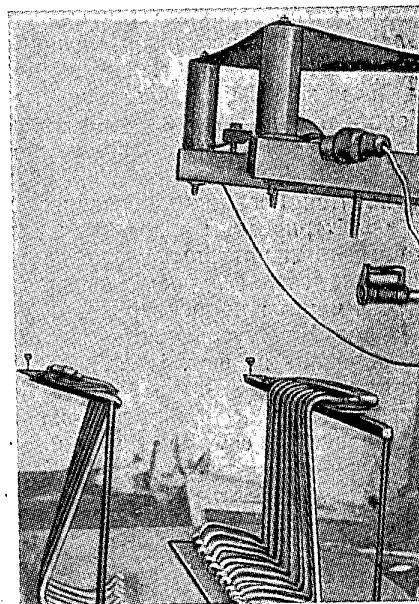


Кронштейн для укладки трубок и струбины для его крепления.

В реактивных двигателях применяют большое количество трубопроводов, к которым приваривается или припаивается не менее двух соединительных штуцеров. Ввиду сложной конфигурации трубок при рентгеноконтроле сварных швов, соединяющих эти штуцеры с трубками, много времени уходит на их укладку на кассету рентгеновской установки. Задержку вызывает еще и то, что после первого фотографирования трубок их необходимо повернуть на 90° и экспонировать еще раз в новом положении.

Применяемые на заводе кронштейны (см. фигуру в начале статьи) упростили укладку трубок и ускорили фотографирование. Кронштейны сварены из

круглого прутка, диаметр которого немного меньше диаметра отверстия трубки, и из уголкового железа 35×35 , к которому приварена пластина размерами 60×400 мм с прикрепленным к ней листовым свинцом. Такие кронштейны можно быстро закрепить в любом месте просвечивающего стола и приподнять



Фиг. 1. Кронштейн с трубками, подготовленными к фотографированию.

на любую высоту. Кронштейн с 24 трубками показан на фиг. 1.

Снимки в одном положении делаются одновременно с верхних и нижних штуцеров. Для одинакового потемнения пленки продолжительность экспозиции для нижних штуцеров на 30% больше; верхние штуцеры во время добавочного экспонирования перекрыты

свинцовой пластиной. За одну укладку одновременно фотографируется 48 штуцеров. Фотографирование во втором положении выполняется без кронштейнов, причем трубки свободно укладываются на столе.

Приспособление успешно используется на заводе, и его можно рекомендовать заводским лабораториям других предприятий.

Водоэмульсионный лак 321-В

Л. Н. ПОПОВА

На заводе разработан и используется для пропитки обмоток якоря и статора электродвигателя пылесоса «Чайка» водоэмульсионный лак 321-В.

В новом лаке вместо органических растворителей применяется вода. Ввиду этого он пожаро- и взрывобезопасен, не растворяет эмалевой изоляции электропроводов, обладает высокой пропитывающей и цементирующей способностью. Применение водоэмульсионного лака позволяет экономить дефицитные органические растворители и оздоравливает условия труда.

Приготавливается лак 321-В в специальном аппарате-эмульсаторе, куда загружается предварительно подогретая до 40—45°С лакооснова и смачиватель ОП-10, затем эта смесь постепенно (при вращении мешалки) разводится водой с добавкой аммиака.

Состав водоэмульсионного лака (в %)	
Лакооснова 321-В (ВТУ КУ 364—54) . . .	39,3
Смачиватель ОП-10 (ТУ 3554—53)	0,55
25%-ный водный раствор аммиака (ГОСТ 3760—47)	0,75
Вода	59,4

Полученный лак испытывается по показателям, содержащимся в ТУ.

В процессе внедрения лака пришлось встретиться с рядом трудностей. Так, например, на поверхности изделия при сушке образовывались натеки лака. Удалять их надо было только в горячем состоянии, чтобы не испортить изоляции электропроводов. Положение значительно улучшилось, когда для предупреждения натеков стали применять специальные приспособления, а детали начали закладывать в сушильную печь с комнатной температурой.

Изделия с электроагрегатами, пропитанными водоэмульсионным лаком, прошли типовые испытания по специальной программе (при повышенной и пониженной температурах) на влагостойкость, срок службы и др. с удовлетворительными результатами. Так, например, одним из характерных показателей защитных свойств лаковой пленки является сопротивление изоляции обмоток электроагрегатов после пребывания в гидростате. Для машин, электроагрегаты которых были пропитаны водоэмульсионным лаком, сопротивление изоляции после 48 час. пребывания в гидростате было 50—100 мгом (при норме по ТУ не менее 1 мгом).

Результаты типовых испытаний подтверждают целесообразность применения водоэмульсионного лака для пропитки и других видов изделий.

Травление нержавеющей стали

В. Г. ФИЛИППОВИЧ и М. М. ЗЕЛКИНД

При изготовлении деталей из сталей 1Х18Н9Т, ЭИ659, Х18 необходимо очищать поверхность от окалины, образующейся при термообработке (остатки окалины уменьшают коррозионную стойкость деталей).

Существует большое количество рецептов растворов для снятия окалины, представляющих собой смеси различных кислот. На заводе применяли следующий рецепт травильного раствора, предложенный Государственным институтом прикладной химии:

4,5 мл серной кислоты (уд. вес 1,84); 5 мл азотной кислоты (уд. вес 1,4); 2 мл соляной кислоты (уд. вес 1,17) и 90 мл воды; температура раствора—80—90°С; время травления 2—3 часа. При работе с этим раствором выявился целый ряд его недостатков, а именно:

а) сильная испаряемость вынуждает постоянно доливать ванны водой;

б) приходится выполнять сложные анализы ванн на содержание кислот в растворе;

в) детали часто растравливаются.

Для выявления причин растравливания и определения срока службы ванн на заводе был проведен ряд опытов по травлению образцов из стали 1X18H9T*. Травление проводилось в растворах концентрированных (выпаренных), разбавленных, содержащих окалину, с измененным соотношением кислот, а также насыщенных железом (после погружения в них образцов на длительное время).

В результате опытов было выявлено, что растравливание образцов наблюдалось только в растворах с увеличенным в три раза (по сравнению с исход-

* В исследовании принимали участие гг. Голуб и Зеленкевич.

ным) содержанием соляной кислоты; а также в растворе, содержащем железо.

Чтобы более точно установить, как влияет железо на растравливание деталей, было проведено травление образцов из стали 1X18H9T в растворах, составленных строго по рецепту, но содержащих различное количество железа. Опыты показали, что наибольшее растравливание образцов происходит в растворе с наибольшим содержанием железа.

После введения контроля цеховых травильных ванн на содержание железа и смены ванн при содержании железа более 6 г/л брак по растравливанию деталей при снятии окалины был полностью ликвидирован.



В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

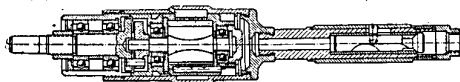
Прямая и угловая пневматические машинки

На Ленинградском заводе «Экономайзер» слесарем г. Ивановым изготовлены пневматические машинки для очистки литья шарошками и абразивами.

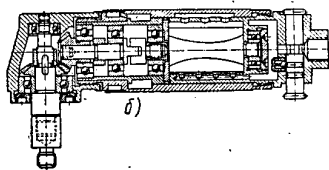
Прямая пневматическая машинка — роторного типа; число оборотов шпинделя без нагрузки 1100—1200 об/мин, с нагрузкой — 8000—9000 об/мин. Диаметры применяемых шарошек равны 5—20 мм, абразивных кругов — 10—40 мм.

В корпусе машинки находится шпиндель на шарикоподшипниках, ведущих диск, статор и ротор с шестью лопатками. При повороте запорной втулки по направлению пальцу соответственно происходит впуск или прекращение подачи воздуха.

Угловая пневматическая машинка — также роторного типа. Она отличается от прямой пневматической машинки тем, что имеет головку с парой конических зубчатых колес (передаточное число 1:1,2).



а)



б)

В результате внедрения описанных инструментов производительность труда на заводе повысилась в 2—2,5 раза.

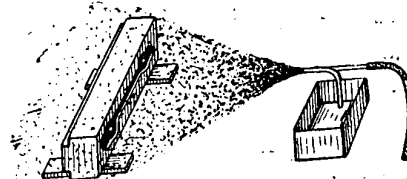
По материалам ВПТИ Министерства тяжелого машиностроения СССР, «Обмен передовым опытом», 1957, № 66.

Полный текст заметки публикуется в сборнике «Общие вопросы авиационного машиностроения», 1958, № 1, подготовленном НИИТ и издаваемом Оборонгизом.

Схема закалики крупногабаритного молотового штампа увлажненным воздухом

На Ворошиловградском паровозостроительном заводе разработан и внедрен способ закалики крупногабаритных штампов с охлаждением не в масле, а распыленной водой.

Воду распыляет сжатый воздух, подаваемый под давлением 4—5 атм из центральной магистрали цеха. За-



калка ведется таким образом, чтобы распыленная влага охватывала полностью штамп, что достигается регулированием расстояния между пульверизатором и штампом. Количество распыляемой воды зависит от диаметра трубы пульверизатора и давления воздуха.

Эксплуатация штампа, закаленного этим способом, показала его высокую стойкость. Упрощение охлаждающей установки значительно уменьшило денежные затраты на ее изготовление.

По материалам ВПТИ Министерства транспортного машиностроения СССР, «Технология транспортного машиностроения», 1956, № 4.

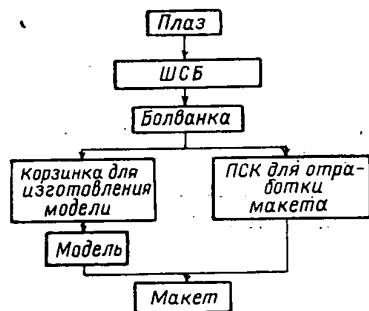
Полный текст заметки публикуется в сборнике «Термообработка», 1958, вып. 2, подготовленном НИИТ и издаваемом Оборонгизом.

ЗАВОДСКОЙ ОПЫТ

Применение математических кривых второго порядка для изготовления макетов дверей и люков

Входные двери, аварийные и багажные люки современных пассажирских самолетов при их серийном изготовлении должны отвечать следующим основным требованиям:

- 1) надежно обеспечивать герметичность кабины;
- 2) сохранять постоянную форму и размеры;
- 3) обеспечивать взаимозаменяемость;
- 4) иметь изящную наружную поверхность с плавными переходами (особенно входные двери).



Фиг. 1. Схема № 1 изготовления пространственных макетов.

Основную роль при выполнении перечисленных требований играет внедрение в производство передовых технологических процессов и правильно запроектированная заготовительная и сборочная оснастка, обеспечивающая взаимосвязку между отдельными узлами и деталями. Эта увязка возможна только при взаимно отстоявшихся макетах дверей и люков с макетами соответствующих им окантовок.

Наличие в конструкциях указанных дверей и люков крупногабаритных штампованных чаш, выходящих за обвод фюзеляжа, вынуждает создавать в макетах частичные обводы и сплошной контур по всему периметру двери или люка.

Чаще всего макеты делают из металла. Они имеют значительные поверхности, подвергающиеся обработке. Из легкообрабатываемых материалов для макетов целесообразно применять вторичное дуралюминовое литье.

Пространственные макеты в настоящее время создают по схеме № 1 (фиг. 1):

- 1) изготовление шаблона сечения болванки (ШСБ);
- 2) изготовление болванки;
- 3) снятие с болванки пескослепка (ПСК) для обработки рабочих поверхностей макета;
- 4) изготовление модельным цехом корзины для отработки модели;
- 5) изготовление модели по корзине и чертежу ОКСП;
- 6) отливка модели;
- 7) отработка рабочих поверхностей макета по пескослепку;
- 8) изготовление шаблонов сечений для монтажа узлов навески и замков двери;
- 9) монтаж узлов навески, замков и базовых вилок на макете.

Эта схема имеет следующие существенные недостатки: болванка плохо сохраняет геометрические формы, так как в большинстве случаев ее изготавливают из мягких пород дерева; пескослепок имеет недостаточную прочность; рабочие поверхности макета необходимо шкурить, причем трудоемкость этой операции весьма значительна; работа по схеме № 1 связана с большими затратами времени и средств.

Кроме того, для монтажа узлов вращения двери и замков на макете необходимо иметь шаблоны дополнительных сечений. Контур шаблонов, снятых с плазы, часто сильно расходится с контурами соответствующих сечений макета, отработанного по пескослепку.

На заводе внедрены изготовление моделей и отработка рабочих поверхностей макета, основанные на применении математических расчетов и увязке кривых второго порядка по указанным в чертежах ОКСП сечениям. С этой целью выбирается координатная система с наиболее выгодным расположением начала координат относительно основных проекций двери (фиг. 2). Задается необходимое количество секущих плоскостей AA , BB , VV и т. д. Число и расположение этих плоскостей определяют в зависимости от габаритных размеров макета; сечения по возможности должны совпадать с наиболее характерными осями агрегата (оси шпангоутов, узлов навески, замков, симметрии и т. д.), а также обеспечивать плавные переходы контуров при построении.

Результаты расчетов (координаты точек) сводят в две таблицы (см. подпись под фиг. 2), а также представляют значения не указанных на чертеже ординат y_1 ; y_2 ; y_3 ; y_4 ; y_5 ; y_6 ; y_7 и размеров в узлах D и O . Радиусы R_1 и R_2 задаются чертежом по линии точек M (узел D) в развертке. Все расчеты и заполнение таблиц проводит плазовый цех.

По чертежу модельный цех изготавливает корзину, служащую вместе с чертежом ОКСП для изготовления модели для отливки макета.

По шаблонам сечений двери или люка и чертежу ОКСП в цехе оснастки отработывают рабочие поверхности макета, а также монтируют на макете узлы навески, замки и базовые вилки.

Схема № 2 (фиг. 3) имеет следующие преимущества:

- 1) макет изготавливается с максимальным приближением к плазу;
- 2) значительно сокращаются сроки на подготовку производства, так как от плазового цеха в данном случае требуются только результаты расчетов кривых;
- 3) снижается трудоемкость и расходы, связанные с изготовлением промежуточной оснастки;
- 4) обеспечивается взаимная увязка деталей и узлов, выполненных по шаблонам плазового цеха, с контрольно-сборочной оснасткой;
- 5) обеспечивается взаимозаменяемость агрегатов и высокое качество изготовления.

Созданные макеты дверей и люков являются жесткими носителями форм и размеров одноименных агрегатов.

Проемы дверей и люков обрамляются окантовками, представляющими собой крупногабаритные штамповки из листа. Двери и люки в закрытом положении образуют по всему периметру со своими окантовками различные по величине и форме зазоры.

Без создания макетов дверей и макетов соответствующих им окантовок не может быть обеспечена взаимосвязка этих сложных по форме деталей и выдержаны зазоры в пределах допусков.

Рабочие поверхности макетов окантовок отработывают по соответствующим макетам дверей или люков, для чего макет, сопрягаемый с окан-

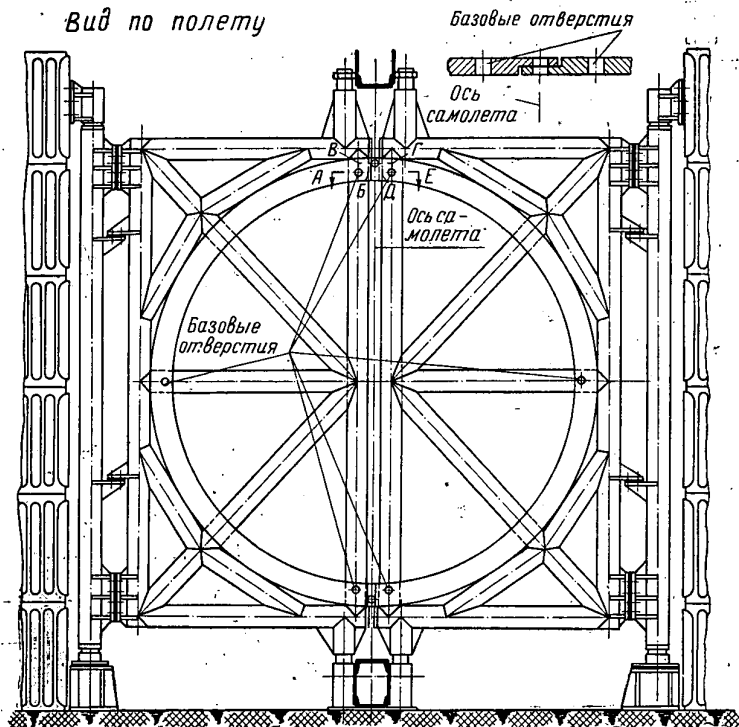
Двустворчатые стальные плиты

В связи с внедрением в серийное производство крупногабаритных скоростных пассажирских самолетов и

ростом поперечных сечений агрегатов фюзеляжа увеличились габаритные размеры ступеней. Выемка агрегатов

Сечение по АБВГДЕ

Вид по полету



фюзеляжа из ступеней подъемно-транспортными средствами цеха стала невозможной из-за недостаточной высоты цеховых помещений.

Единственным способом выемки фюзеляжа является выкатывание агрегата из ступени на тележках по рельсовому пути. С этой целью одну из ступенных плит делают открывающейся (см. фигуру). Для уменьшения нагрузок на колонны ступени при открытом положении плиты и снижения возможных ее деформаций на заводе в ступенях общей сборки Ф-1 и Ф-2 были запроектированы и изготовлены двустворчатые плиты.

Каждая из двух половин имеет свою стойку — ось вращения и технологический разъем. С помощью инструментального стенда в верхний и нижний концы стойки заливают специальные цапфы, обеспечивающие единую ось вращения.

Половины плиты монтируют с помощью технологической плитки, имеющей три отверстия: одно — по оси симметрии и два боковых, одинаково удаленных от оси симметрии. Плитка одним боковым отверстием и отверстием, расположенным по оси симметрии, стыкуется с соответствующими отверстиями мастер-плиты данного разреза.

Плита такой конструкции надежна в работе, легко открывается, не требует поддерживающих устройств при открывании и закрывании и вполне обеспечивает нормальную стыковку агрегата.

А. Г. Федотов

Накатывание резьбы на деталях из жаропрочных сталей

На заводе освоено накатывание нормальных (по 57 АТ—50) и усиленных тугих (по 154 МТ—46) резьб на деталях крепежа и арматуры из жаропрочных сталей: 4Х14Н4В2М, 1Х18Н9Т, ЭИ395 и ЭИ481.

Важным условием качественного накатывания является правильный выбор режима термообработки заготовок, которая должна обеспечить следующие механические свойства материала (табл. 1).

Конструкционные стали для заготовок под накатывание обычно выбирают, руководствуясь нормалью 163 МТ; для жаропрочных сталей указанных выше марок эта норма непригодна. Размер фаски $C=S$ (шаг резьбы) не обеспечивает качественного изготовления первых витков резьбы; в соответствии с принятой на заводе технологией этот размер установлен равным 0,75 от значения S . При накатывании диаметра заготовки согласно нормам 163 МТ профиль резьбы полностью не оформляется; для получения заданных размеров резьбы диаметр заготовки следует увеличить на 0,02—0,04 мм против указанного в нормаль.

Необходимые механические свойства заготовок перед накатыванием

Таблица 1

Сталь	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	ψ %	a_n кг/мм/с/мм ²	$d_{отп}$ мм	Режим термообработки
4Х14Н4В2М	72	32	20	35	5	4,3—3,6	Отжиг при 820°С
1Х18Н9Т	55	20	40	55	12,5	—	Закалка с 1110—1150°С в воду
ЭИ395	80	45	20	35	6	4,1*	Закалка с 1160—1180°С в воду; старение при 750—754°С

* Данные ориентировочные.

На заводе для заготовок из сталей основной группы установлены следующие значения диаметров (табл. 2).

Заготовки шлифуют до класса чистоты $\nabla\nabla\nabla$ 7. Высокая чистота и допуск 0,02 мм обеспечивают получение

Таблица 2
Диаметр заготовок для резьбы

Резьба	Диаметр заготовки в мм	Допуск по диа- метру в мм
а) по нормам 154 МТ—46		
6×1,00	5,36	} —0,02
8×1,25	7,19	
10×1,50	9,02	
б) по нормам 57 АТ—50		
6×1,00	5,34	} —0,02
8×1,25	7,17	
10×1,50	9,00	

ние шпилек с постоянным (заданным) средним диаметром. Установлено, что давление следует увеличивать на 30—50%, а время накатывания — в два-три раза по сравнению с конструктивными сталями согласно нормам РТМ 55 (табл. 3).

Таблица 3
Давление и время накатывания

Резьба	Величина давления по манометру в кг	Время накатывания в сек.
6×1,00	1000—1100	3—5
8×1,25	1100—1200	5—6
10×1,50	1200—1400	6—8

Данные табл. 3 указаны для накатывания резьбы на длине 10 мм; с увеличением длины давление следует увеличить. Величина давления в зависимости от диаметра заготовок корректируется на первых деталях партии. Следует особо подчеркнуть необходимость выдерживать указанное в табл. 3 время накатывания, так как его сокращение приводит к образованию рванин, трещин. Скорость вращения роликов также сказывается на качестве резьбы; ее следует снизить против применяемой при накатывании конструктивных сталей, приняв следующие значения:

При шаге до 1 мм—20—25 об/мин
При шаге 1—2 мм—15—20 об/мин

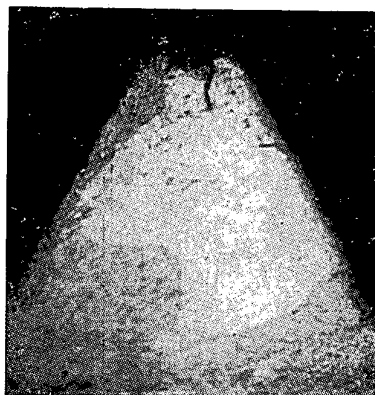
Охлаждающая жидкость используется та же, что и при накатывании конструктивных сталей. Сталь ЭИ481 после типовой термообработки (закалка с 1140°С в воду, старение 12 час. при 670°С и 12 час. при 790°С) имеет механические свойства, указанные в табл. 4.

Обращает внимание малая величина ψ , что свидетельствует о плохой

Таблица 4
Механические свойства стали ЭИ481 после типовой термообработки

σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	ψ %	a_{ch} кг/мм ²	$d_{отп}$ мм
85	60	15	20	3,5	3,45—3,65

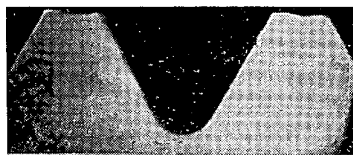
деформируемости материала. На заготовках, термообработанных по такому режиму, при накатывании образуется рваная, в трещинах резьба (фиг. 1).



Фиг. 1. Макроструктура резьбы, накатанной на заготовке из стали ЭИ481.

Режим термообработки: нагрев до 1140°С; закалка в воду; старение при 670°С 12 час. и при 790°С 12 час.; охлаждение на воздухе.

Было установлено, что различные режимы термообработки прутков из стали ЭИ481 обеспечивают различные механические свойства, структуру, а также качество резьбы. Так, при

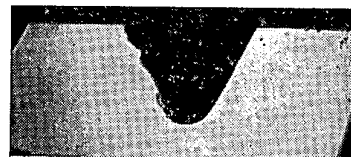


Фиг. 2. Макроструктура резьбы, накатанной на заготовке из стали ЭИ481.

Режим термообработки: нагрев до 1140°С; закалка в воду; старение при 750°С 10 час.; охлаждение на воздухе.

термообработке по режиму, приведенному под фиг. 2, величина зерен аустенита соответствует 8 баллу по стандартной шкале и меньше, карбиды мелкие и средние по всему полю, ориентированные вдоль прутка. При этом вершины нитки резьбы имеют несколько вогнутую форму (фиг. 2).

При термообработке по режиму, указанному под фиг. 3, образуется следующая структура: величина зерен аустенита соответствует 7—8 баллам стандартной шкалы наряду с зернами



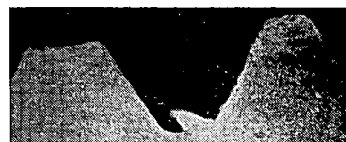
Фиг. 3. Макроструктура резьбы, накатанной на заготовке из стали ЭИ481.

Режим термообработки: нагрев до 1100°С; выдержка 1 час.; закалка в воду; старение при 660°С 14 час. и при 800°С 14 час.; охлаждение на воздухе.

3—4 балла, мелкие и средние включения карбидов по всему полю, ориентированные вдоль прутка. При накатывании вершина резьбы сминается (см. фиг. 3).

При термообработке по режиму, приведенному под фиг. 4, образуется структура: зерна аустенита 7—8 баллов стандартной шкалы, мелкие и средние скопления карбидов по всему полю, ориентированные вдоль прутка. Резьба имеет надрывы по вершинам и впадинам профиля (фиг. 4).

Можно утверждать, что в большинстве случаев причиной дефектов резьбы при накатывании на заготовках



Фиг. 4. Макроструктура резьбы, накатанной на заготовке из стали ЭИ481.

Режим термообработки: нагрев до 1100°С; выдержка 1 час.; закалка в воду; старение при 660°С 14 час. и при 750°С 14 час.; охлаждение на воздухе.

из стали ЭИ481 является несоответствующая термообработка. Для обеспечения требуемых механических свойств, удовлетворительной структуры (фиг. 5) и качественного профиля резьбы был принят следующий режим термообработки заготовки: нагрев до 1100°С; выдержка 1 час.; закалка в холодную воду; старение 16 час. при 650°С; подъем температуры до 790°С; выдержка 16 час.; охлаждение на воздухе. Один образец из партии направляется на испытание для определения твердости и механических свойств, значения которых должны отвечать нормам:

Предел текучести . . . 55 кг/мм²
Диаметр отпечатка . . . 3,6—3,9 мм

В связи с худшей (по сравнению с нержавеющей сталью других марок) деформируемостью стали ЭИ481 необходимо применять заготовки несколько большего диаметра и повысить давление, а также увеличивать время накатывания. Принятые на заводе параметры приведены в табл. 5:

Таблица 5

Основные данные для накатывания резьбы на заготовках из стали ЭИ481

Резьба	Диаметр заготовки в мм	Допуск по диаметру в мм	Величина давления по манометру в кг	Время накатывания в сек.
6×1,00	5,36	-0,02	1350—1450	2,5—5,0
8×1,25	7,19		1550—1650	6—7,5
10×1,50	9,04		1750—1850	12—15

Правильность выбора диаметра заготовки нужно обязательно проверять перед запуском партии деталей в работу и при замене изношенных роликов новыми. Необходимо отметить, что заготовки, прошедшие термообработку одновременно, при накатывании деформируются по-разному, что, как правило, требует корректировки диаметра под накатывание. При накатывании резьбы на заготовках из стали ЭИ481 скорость вращения роликов составляет 22—25 об/мин, охлаждающая жидкость — та же, что и при накатывании резьбы на конструкционных сталях.

Стремление получить резьбу с полным профилем приводит к появлению трещин на резьбовых шпильках. Поэтому на заводе принята твердая установка, что на вершине резьбы должен быть «кратер», как признак

нормального течения металла в процессе накатывания и гарантии, что не произошли сдвиги металла от его избытка, нарушающие прочность резьбы.

На заводах МАП при накатывании резьбы на заготовках из нержавеющей сталей применяются различные технологические процессы. Для устранения различий в техпроцессах заводов одного профиля необходимо выпустить специальную нормаль для накатывания резьбы на деталях из нержавеющей стали взамен нормали 163 МТ. Следует установить оптимальный процесс термообработки заготовок из стали ЭИ481 под накатывание.



Фиг. 5. Микроструктура заготовки из стали ЭИ481, термообработанной по принятому режиму.

Величина зерна твердого раствора — 8 баллов по стандартной шкале (×200).

вание, устраняющий периодическую проверку диаметра заготовок в процессе накатывания деталей одной партии. В этой работе должны принять участие наряду с предприятиями научно-исследовательские институты.

И. В. Кузнецов

Измеритель времени срабатывания электромагнитных устройств

Автором статьи разработан измеритель времени срабатывания и отпущения реле, переключения контактов реле и других коммутирующих устройств, а также длительности миллисекундных импульсов с вертикальными передним и задним фронтами (фиг. 1).

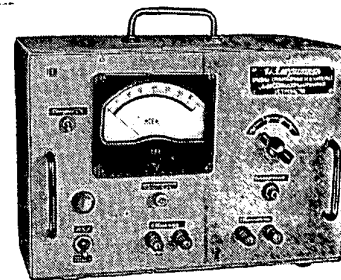
Действие прибора основано на известном принципе линейного заряда конденсатора постоянным током в течение измеряемого времени и определения разности потенциалов на конденсаторе, пропорциональной этому времени. Отличительными особенно-

стями измерителя является способ управления линейным зарядом конденсатора и возможность непосредственной градуировки измерителя прямоугольными импульсами с известной длительностью.

В измерителе включение и выключение обмотки исследуемого реле и начало линейного заряда конденсатора осуществляются одними и теми же контактами коммутирующего устройства.

Зарядный пентод, надежно запертый большим отрицательным напряжением сеточного смещения, отпи-

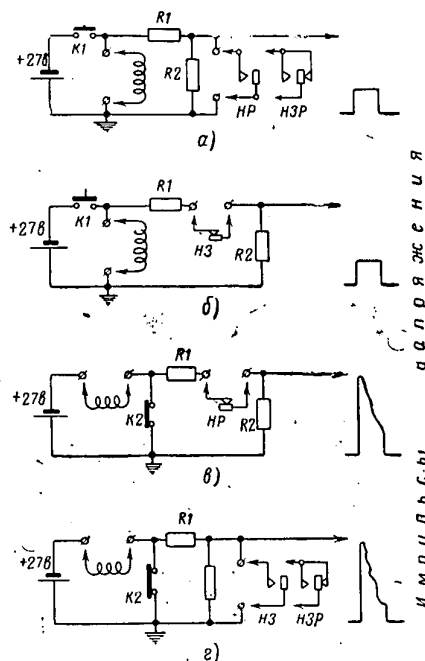
рается прямоугольным положительным импульсом, амплитуда которого ограничивается уровнем нулевого потенциала, а длительность равна измеряемому времени срабатывания, отпущения или переключения. На



Фиг. 1. Измеритель времени срабатывания электромагнитных устройств.

фиг. 2 изображены схемы включения и выключения обмотки реле и формирования импульсов, длительность которых равна:

а) времени срабатывания реле на замыкание контактов и времени переключения контактов при срабатывании реле (см. фиг. 2, а);



Фиг. 2. Схемы включения и выключения обмотки реле и формирования импульсов.

б) времени срабатывания реле на размыкание контактов (см. фиг. 2, б);
в) времени отпущения реле на замыкание контактов (см. фиг. 2, в);
г) времени отпущения реле на замыкание контактов и времени переключения контактов при отпущении реле (см. фиг. 2, г);

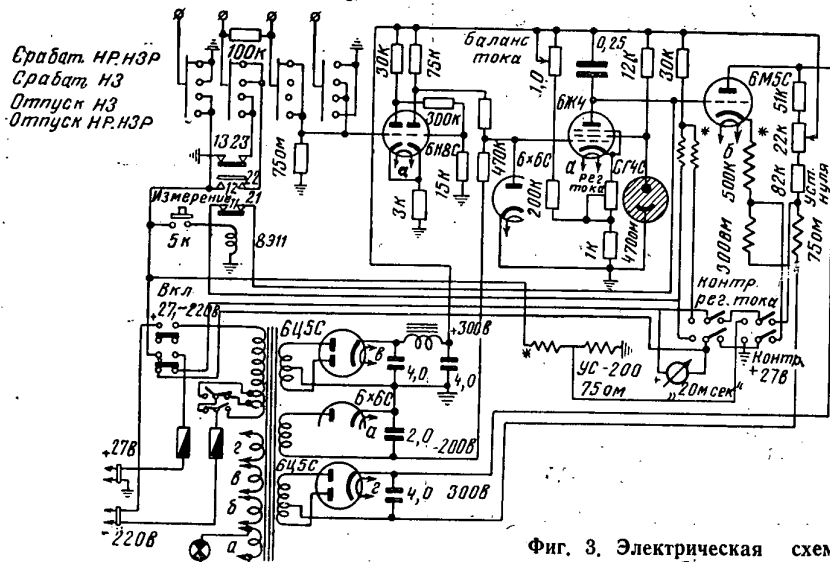
д) времени переключения контактов других коммутирующих устройств, срабатывающих от внешнего устрой-

ства при замкнутом ключе $K1$ (см. фиг. 2а).

С выхода устройства коммутации и формирования импульсов поступают либо чисто прямоугольные импульсы (см. фиг. 2а и б), либо прямоугольные импульсы с наложением выброса э. д. с. самоиндукции, возникающей при размыкании обмотки исследуемого реле (см. фиг. 2в и г).

Сопротивления делителя $R1-R2$ должны быть во много раз больше активного сопротивления обмотки исследуемого реле, так как в противном случае ток обмотки, замыкающийся по делителю после размыкания ее цепи (см. фиг. 2в и г), увеличит время отпущения при измерениях.

Обмотка Контакты



Фиг. 3. Электрическая схема прибора.

Обычно сопротивление обмоток реле составляет несколько сотен ом, поэтому вполне достаточно, чтобы сопротивление делителя измерялись сотнями ком.

Ключи $K1$ и $K2$ (см. фиг. 2) в устройстве коммутации и формирования импульсов должны обеспечивать надежное замыкание и постоянство электрического контакта при измерениях, связанных с включением обмотки исследуемого реле, и надежное размыкание (без искрения) при измерениях, связанных с выключением обмотки.

Обычные тумблеры, примененные в указанных выше приборах, не обеспечивают требуемых условий. При замыкании контактов тумблеров часто временно нарушается электрический контакт после начального замыкания, что можно наблюдать, например, с помощью осциллографа И-304, а при размыкании индуктивной нагрузки возникает искра и ток проходит через обмотку после размыкания цепи. Очевидно, что применение тумблеров, обладающих указанными недостатками, недопустимо. В описываемом измерителе для коммутации обмотки исследуемых реле применено реле

8911, контакты 12—22 и 13—23 (фиг. 3) которого удовлетворяют требованиям надежного замыкания и размыкания.

В усилительно-ограничительном каскаде (см. фиг. 3) импульсы, поступающие с выхода цепи коммутации и формирования, усиливаются, ограничиваются и в виде положительных прямоугольных импульсов с достаточной амплитудой поступают на делитель, к которому с другого конца подведено отрицательное напряжение, запирающее зарядный пентод, подключенный управляющей сеткой к выходу делителя. При поступлении положительного прямоугольного импульса с выхода усилительно-ограни-

тельным или отрицательным в зависимости от режима работы диода.

Важным параметром зарядного пентода является относительное изменение анодного тока, приведенное к изменению потенциала анода на 1 в. Этот параметр представляет собой обратную величину: произведения внутреннего сопротивления пентода переменному току на величину анодного тока, для которого известно внутреннее сопротивление. Чем меньше величина этого параметра, тем более стабилен анодный ток при изменении потенциала анода в результате заряда конденсатора. Наиболее подходящими являются пентоды 6Ж4 и 6Ж6С.

Произвольное изменение разности потенциалов на конденсаторе в схеме заряда исключается как большим отрицательным напряжением смещения на управляющей сетке пентода, так и применением конденсаторов с большим сопротивлением утечки. Практически вполне достаточно обеспечить пентоду 6Ж4 смещение не менее 20 в и применить конденсатор типа КБГ. Со стороны лампового вольтметра произвольное изменение потенциала конденсатора исключается соответствующим выбором режима вольтметра, при котором сеточные токи практически не имеют места. Для этого достаточно, чтобы рабочий диапазон измеряемого вольтметром напряжения не выходил за пределы потенциала свободной сетки лампы в сторону увеличения потенциала.

Выбор режимов и параметров практической схемы измерителя, изображенной на фиг. 3, обеспечивает стабильность показаний прибора в течение времени значительно более длительного, чем необходимо для измерений.

Градировать измеритель можно двумя способами.

Первый способ. Точно измеряют величину зарядной емкости (например, на мосте УМ-2). Расчетным путем определяют величину зарядного тока по уже известной емкости и принятому соотношению разности потенциалов и времени заряда. Выставляют требуемое значение анодного тока заряда конденсатора. Регулируют ламповый вольтметр, у которого отклонение стрелки, соответствующее определенной величине измеряемого времени, должно соответствовать измеряемой разности потенциалов в соответствии с принятым соотношением разности потенциалов и времени заряда.

Второй способ (серийный). На вход усилительно-ограничительного каскада (на одну из клемм «Контакты») подают один или несколько прямоугольных импульсов с известной длительностью и регулируют зарядный ток до такой величины, при которой отклонение стрелки прибора со шкалой, отградуированной в мсек, будет соответствовать суммарной длительности поданных на вход прибора импульсов. При этом нет необходимости регулировать

чительного каскада потенциал управляющей сетки пентода практически мгновенно возрастает и поддерживается благодаря шунтирующему действию фиксирующего диода, подключенного к управляющей сетке, на нулевой уровень в течение измеряемого времени, равного длительности отпирающего импульса.

В течение этого времени происходит линейный заряд конденсатора, включенного в анодную цепь пентода. Анодный ток пентода определяется автосмещением, а также дополнительным падением напряжения на катодном сопротивлении за счет тока делителя «Баланс-тока», стабилизирующего зарядный ток при измерении накала пентода, вызываемого изменением напряжения сети (аналогично прибору ИВС-12). Цель «Баланс-тока» служит также для компенсации изменения потенциала управляющей сетки зарядного пентода при изменении напряжения сети, поскольку потенциал сетки при открытом пентоде в действительности не равен, а близок к нулю, так как фиксирующий диод обладает небольшим внутренним сопротивлением, эквивалентное значение которого может быть положи-

ламповый вольтметр, причем достаточно выставить величину зарядного тока только при значении длительности импульсов, соответствующем отклонению стрелки прибора на всю шкалу, так как примененная схема лампового вольтметра обеспечивает хорошую линейность шкалы.

В приборе предусмотрены регулирование и контроль тока и его стабильности, необходимые при смене ламп в процессе эксплуатации, а также осуществляемый при измерениях контроль напряжения питания обмотки исследуемого реле, от которого зависит время срабатывания реле и переключения контактов при включении обмотки.

Измерение времени срабатывания, отпущения и переключения проводит-

ся при подключении исследуемого коммутационного устройства к клеммам «Обмотка» и «Контакты» и нажатии на кнопку «Измерение», при котором стрелка прибора указывает измеряемое время. При этом контакты 11—21 реле 8311 разрывают цепь разрядки зарядного конденсатора и готовят его тем самым к режиму измерений, а контакты 12—22 или 13—23 включают или выключают обмотку исследуемого реле, что соответствует началу зарядки конденсатора. Поэтому контакты 11—21 должны быть отрегулированы так, чтобы они срабатывали прежде остальных контактов. Отпущение кнопки «Измерение» вызывает сброс показаний, при котором стрелка возвращается в нулевое положение.

В. С. Голуб

Комбинирование материалов при прессовании деталей из пластмассы

В авиационной промышленности большое применение нашли пресс-порошки на основе смол с органическим и минеральным наполнителем. Некоторые из этих порошков имеют высокие электроизоляционные свойства. Например, у пресс-порошка резольного типа К21-22 удельное объемное электросопротивление равно $5-10^{12}$ ом·см; пробивное напряжение 13 кВ/мм. Этот материал обладает и хорошим технологическим свойством — большой текучестью. Но недостатком его является малая прочность (предел прочности при статическом изгибе согласно ТУ не менее 500 кг/см²).

Гораздо большую прочность имеют прессовочные материалы резольного типа с наполнителем из хлопчатобумажной или асбестовой ткани, например, текстолитовая крошка ПТК. У этого материала предел прочности при статическом изгибе не менее $750-1000$ кг/см², а удельное объемное электросопротивление $1 \cdot 10^{14}$ ом·см.

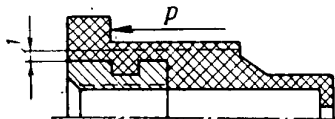
В некоторых случаях конструкция и назначение пластмассовой детали таковы, что она изготавливается из пресс-порошка с большой текучестью и в то же время некоторые ее элементы должны обладать высокой прочностью. Сочетать оба эти требования часто не удается.

Автор статьи предложил для некоторых пластмассовых деталей комбинировать два материала: К21-22, обладающий большой текучестью, и ПТК, имеющий высокую прочность.

Так, корпус предохранителя (фиг. 1) согласно чертежу изготавливался из материала К21-22. Буртик пластмассового корпуса работает на отрыв под действием рабочей нагрузки Р. Самое опасное сечение — кольцо шириной 1 мм.

В процессе сборки и эксплуатации пластмассовый корпус часто разру-

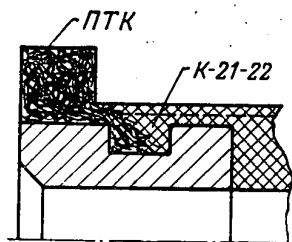
шался по опасному сечению. Тогда было применено комбинирование материалов. В пресс-форму засыпали пресс-порошок К21-22 (навеска его несколько уменьшена по сравнению с нормальной) и сверху добавляли текстолитовую крошку ПТК для



Фиг. 1. Корпус из пластмассы.

Стрелка показывает направление рабочей нагрузки Р.

оформления буртика. Количество крошки определяли опытным путем. Пресс-порошок К21-22 и крошка ПТК имеют в своей основе фенолоформальдегидную смолу резольного типа и в процессе прессования образуют проч-

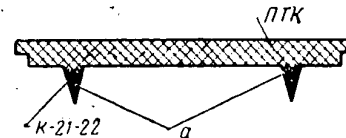


Фиг. 2. Примерная структура комбинированных материалов в зоне опасного сечения.

ный монолит. Примерная структура материалов в зоне буртика показана на фиг. 2. Прочность в опасном сечении резко возросла — случаи разрушения деталей прекратились.

Другой пример. Колодка (фиг. 3) согласно чертежу должна изготавливаться из текстолитовой крошки ПТК. Практически это оказалось невыпол-

нимым, так как из-за малой текучести крошки ПТК стойки а не прессовывались. По условиям эксплуатации стойки а являются нагруженными элементами, а служат лишь ограничителями для электропроводов и поэтому могут быть изготовлены из материала К21-22.



Фиг. 3. Колодка, прессуемая из комбинированных материалов.

а — стойки.

При комбинировании материалов в углублении пресс-формы, оформляющие стойки а, засыпают пресс-порошок К21-22, а сверху загружают текстолитовую крошку ПТК. При таком способе детали получаются хорошего качества.

И. Г. Гуртовник

Пути расширения применения системы УСР

Практика работы опытных заводов показывает, что производство современных газотурбинных двигателей требует значительных затрат времени и средств на изготовление специальной оснастки.

На нашем заводе в 1953 г. начато внедрение системы универсально-сборных приспособлений (УСР), авторами которой являются В. С. Кузнецов и В. А. Пономарев.

Необходимость изготавливать экспериментальные детали и узлы в сжатые сроки обусловила следующий ежегодный рост применения сборных приспособлений на нашем предприятии:

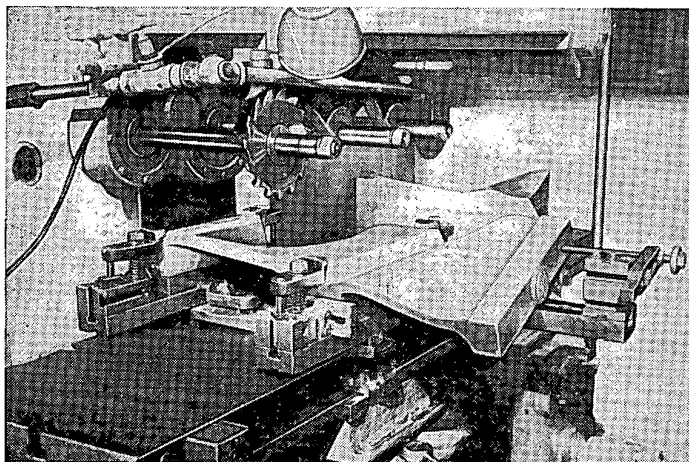
Год	1953	1954	1955	1956	1957 (за 4 месяца)
Собрано УСР	875	1202	3434	6782	3124

Из общего числа сборных приспособлений, примененных за четыре месяца 1957 г., 984 созданы впервые. При отсутствии системы УСР для проектирования и изготовления 984 специальных приспособлений по-

* В. С. Кузнецов и В. А. Пономарев. Универсально-сборные приспособления в машиностроении. Машгиз, 1952. В. С. Кузнецов, В. А. Пономарев и А. И. Калмыков. Опыт внедрения универсально-сборных приспособлений на машиностроительных предприятиях. Сб. НИИТ, «Холодная обработка металлов», вып. 1, серия «Передовой опыт производства», Оборонгиз, 1955.

требовался бы труд 13—16 конструкторов, 24—28 рабочих и около 30 т металла.

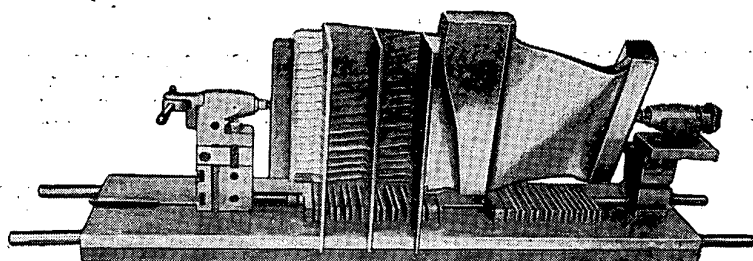
Сборочные (в том числе прихватки для сварки)	5,2
Контрольные	21,2



Фиг. 1. Фрезерование пера крупногабаритной лопатки, закрепленной в сборном приспособлении.

Универсально-сборные приспособления используются на самых различных операциях:

Расширение области применения УСП идет в основном по трем направлениям:



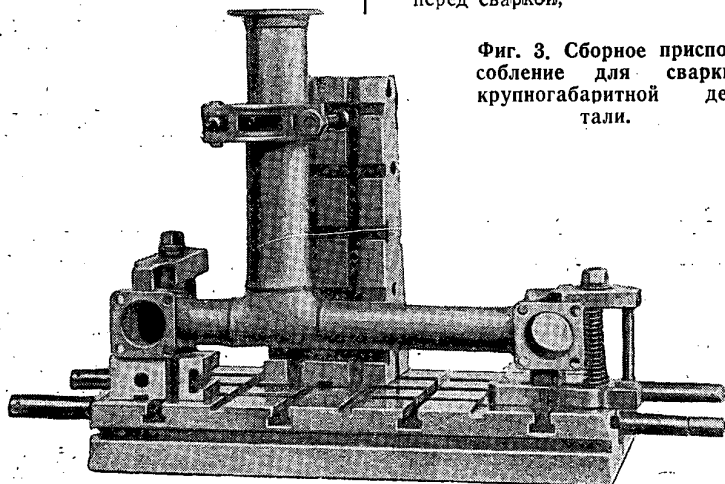
Фиг. 2. Сборное приспособление для контроля пера крупногабаритной лопатки.

Применение УСП в %

Фрезерные	41,0
Сверлильные	12,0
Шлифовальные	9,3
Токарные	5,0

- 1) увеличение использования сборных приспособлений при изготовлении основных деталей двигателя (лопатки компрессора и турбины);
- 2) внедрение приспособлений для сборки и прихватки деталей и узлов перед сваркой;

Фиг. 3. Сборное приспособление для сварки крупногабаритной детали.



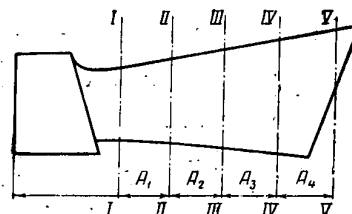
3) внедрение сборных приспособлений для контрольных операций.

В настоящее время лопатки двигателя на большинстве операций обрабатывают и контролируют в сборных приспособлениях.

Сборные приспособления успешно применяются при обработке и контроле крупногабаритных лопаток (фиг. 1 и 2). В 1956 г. значительно увеличилось использование их для сборки, а также для прихватки кожухов, оболочек и других деталей перед сваркой (фиг. 3).

Применение УСП при сварке позволило резко сократить цикл изготовления деталей и узлов и сэкономить большое количество металла на специальной громоздкой оснастке. Сборные приспособления используются при сварке деталей с габаритными размерами до 1800 мм.

На взгляд авторов статьи, система универсально-сборных приспособлений (УСП, нормаль АН 1520, выпущена НИИТ) не должна представлять чего-то застывшего и закончен-



Фиг. 4. Схема задания расстояний между сечениями пера лопатки.

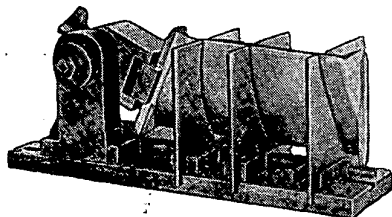
ного. В зависимости от характера производства можно изготовлять отдельные специальные детали приспособления, которые значительно расширяют область применения УСП.

В связи с внедрением прогрессивных методов получения заготовок лопаток (точное литье, точная штамповка) потребность в станочных приспособлениях уменьшается и возрастает доля применения контрольной оснастки. Контроль профиля пера лопаток, контроль входной и выходной кромок и другие становятся важнейшими операциями технологического процесса изготовления лопатки.

Контроль лопаток из-за нестабильности их размеров является основным по трудоемкости при доводке современных двигателей. В связи с этим на нашем заводе разработана и внедрена специализированная система универсальных контрольно-сборных приспособлений (УКСП) для контроля лопаток по профилю. Каждое приспособление состоит из трех основных частей: нормализованной (взаимозаменяемой) базовой плиты, универсальной зажимной головки (для замков типа «ласточкин хвост», елочных и др.) и гребенки (набор размерных планок).

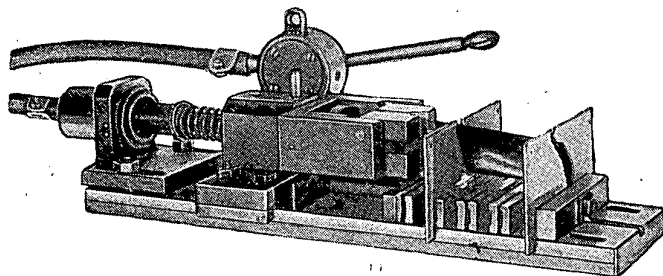
Особенностью УКСП является контроль пера на просвет профильными шаблонами непосредственно от замка лопатки, а не от промежуточных технологических баз. В целях сокра-

шения деталей УКСП проведена нормализация расстояний между сечениями пера лопаток двигателей. Расстояния $A_1 + A_n$ (фиг. 4) между сечениями лопатки должны быть кратны 5 мм.



Фиг. 5. Сборное приспособление для контроля профиля пера лопатки.

Каждое приспособление для контроля новой или измененной лопатки можно собрать в течение 1—2 час. (фиг. 5). Они компактны и удобны в работе. Зажимные головки для лопаток с елочным замком снабжены пневмокамерой (фиг. 6). УКСП обес-



Фиг. 6. Сборное приспособление для контроля профиля пера лопатки с пневмозажимной головкой.

печивают повышенную точность контроля по сравнению со старыми специальными контрольными приспособлениями.

В настоящее время для контроля по профилю направляющих лопаток компрессора и турбины вновь изго-

товляются только профильные шаблоны.

На нашем заводе УСП применяют для деталей в основном из жаропрочных (ЭИ437Б, ЖС6) и титановых сплавов (ВТ3, ВТ2), которые трудно обрабатываются резанием. При этом используют инструмент из высококачественных быстрорежущих сталей (Р9К5, РК10, Р18) или оснащенный пластинами из твердых сплавов (ВК8, К15К6). Большинство деталей обрабатывают партиями в 50—200 шт.

Приспособления из УСП имеют достаточную жесткость; в практике не было случая переборки их в период обработки партии.

Четырехлетний опыт эксплуатации сборных приспособлений показал, что система УСП позволяет:

а) резко сократить технологическую подготовку при проведении экспериментальных работ и изготовлении новых изделий;

б) получить экономию средств и металла за счет отказа от изготовле-

ния специальных приспособлений; в) повысить технологическую оснащенность индивидуального и мелко-серийного производства, улучшить качество продукции и культуру производства.

Б. И. Пикалов и Е. В. Звонарев

Притирка деталей на плоскошлифовальном станке

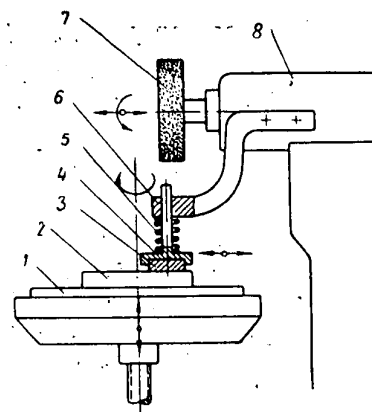
На нашем заводе поверхности деталей притирали вручную на чугунной плите с применением пасты ГОИ.

Автор статьи предложил использовать для этой цели плоскошлифовальный станок Arter с крутым вращающимся столом. Обычно этот станок был мало загружен на своей непосредственной операции — шлифовании плоскостей, и дополнительная загрузка операций притирки повысила коэффициент его использования.

Притирка на станке заключается в следующем. На магнитный стол 1 (фиг. 1) устанавливают отфрезерованный и шлифованный чугунный притир 2. Включив магнитную плиту,

но-поступательное движение. Чугунный притир имеет толщину 15—20 мм, из-за чего на его наружной поверхности магнитное поле плиты прихватывает деталь очень слабо.

Вращение стола и возвратно-поступательное движение корпуса 8 обеспечивают быструю и точную притир-

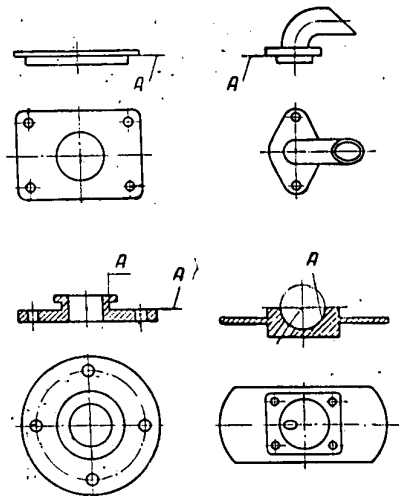


Фиг. 1. Схема притирки деталей.

1—магнитный стол; 2—чугунный притир; 3—притираемая деталь; 4—прихват; 5—пружина; 6—кронштейн; 7—абразивный круг; 8—корпус.

ку поверхностей А (фиг. 2).

На станке можно притирать не только плоскости, но и цилиндрические, сферические и другие поверх-



Фиг. 2. Образцы притираемых деталей.

А—притираемые поверхности.

ности. На фиг. 2 показаны образцы притираемых поверхностей деталей, часто встречающихся в заводской практике.

Использование плоскошлифовального станка для притирки обеспечивает:

а) быструю доводку «на месте» износившихся притиров абразивным кругом станка;

б) механизацию операции и тем самым увеличение производительности труда;

в) повышение коэффициента использования станка.

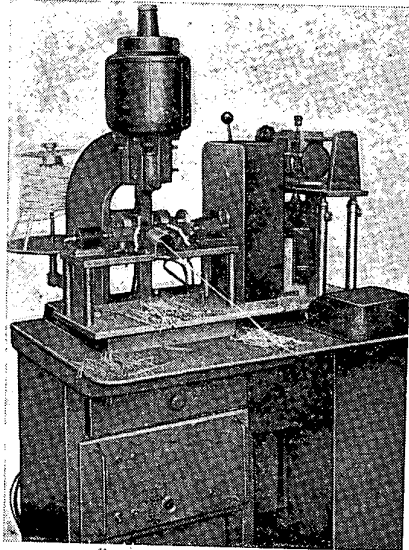
Последнее обстоятельство привело

к тому, что завод смог отказаться от приобретения дорогостоящего притирочного станка, который был бы загружен на протяжении всей смены на 20—30%.

И. С. Кирип

Автомат для резки и обжига монтажных проводов

По рационализаторскому предложению гг. Шульмана и Козлова автор статьи сконструирован автомат



Фиг. 1. Автомат для резки и обжига монтажных проводов.

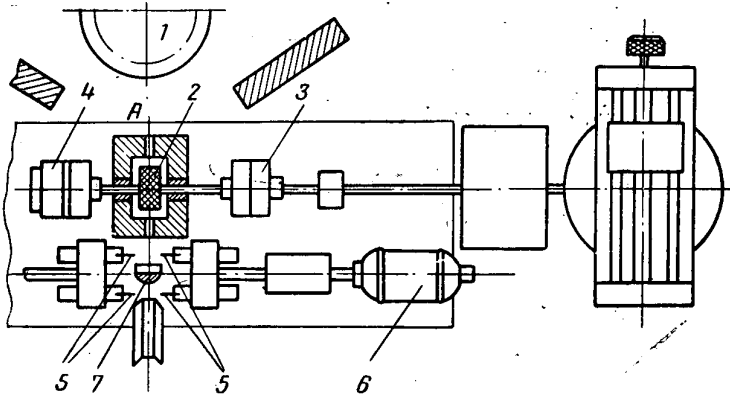
для резки монтажных проводов и обжига изоляции на их концах (фиг. 1)

Автомат можно быстро настраивать для резки проводов разных марок на куски любой длины (30 мм и более). Обжиг изоляции на концах проводов ведется одновременно с резкой.

Автомат работает следующим образом. Провод из бухты 1 (фиг. 2) через отверстие А проходит между

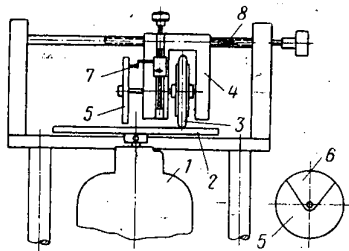
резиновыми роликами 2. Ролики получают вращение от электродвигателя через электромагнитную муфту 3. Вторая электромагнитная муфта 4 служит для затормаживания роликов. Муфтами управляют с помощью механического реле времени. При остановке роликов 2 одновременно включаются соленоиды 6, ножи 5 сближаются и обжигают концы проводов. Ножи сделаны из нихромовых пластин и находятся в раскаленном состоянии. При отходе их степень накала понижается. В конце обжига срабатывает электромагнитный пресс и нож 7 рубит провод. Затем цикл повторяется.

Автоматическое отключение ведущей муфты 3, включение тормозной муфты 4, соленоидов 6 и электромагнитного пресса с рубящим но-



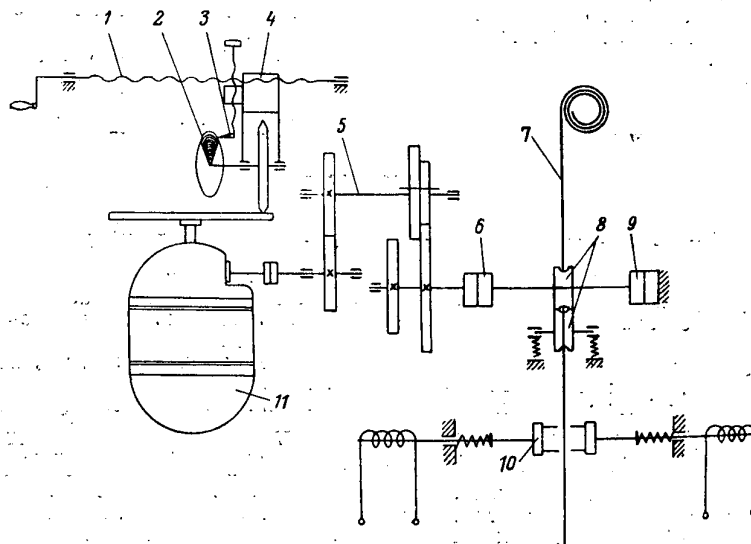
Фиг. 2. Схема автомата.

1—бухта провода; 2—резиновый ролик; 3—электромагнитная муфта; 4—тормозная электромагнитная муфта; 5—обжигающие ножи; 6—соленоид; 7—рубящий нож.



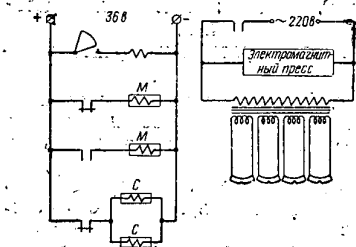
Фиг. 3. Управляющее устройство.

1—электродвигатель; 2—металлический диск; 3—фрикционный ролик; 4—каретка; 5—текстолитовый диск; 6—контактный сектор; 7—контакт; 8—ходовой винт.



Фиг. 4. Кинематическая схема автомата.

1—ходовой винт; 2—контактный сектор; 3—контакт; 4—каретка с фрикционным роликом; 5—редуктор на две скорости; 6—магнитная муфта; 7—разрезаемый провод; 8—резиновые ролики; 9—тормозная магнитная муфта; 10—электромагнитный пресс; 11—электродвигатель с редуктором.



Фиг. 5. Электрическая схема автомата.

жом 7, происходят в тот момент, когда резиновые ролики протянут провод на заранее заданную длину.

Всеми этими узлами управляет устройство, показанное на фиг. 3. На оси вала электродвигателя 1 закреплен диск 2. При помощи фрикционного ролика 3, смонтированного в каретке 4, вращение передается текстолитовому диску 5. Последний имеет контактный сектор 6 из латуни. Таким образом, контакт 7 скользит по сектору, включая электрическую схему, то по текстолиту, выключая ее. Во время скольжения контакта по текстолиту резиновые ролики протягивают провод на необходимую длину. При неизменной скорости вращения резиновых роликов различная длина проводов получается за счет изменения времени протягивания, т. е. времени скольжения контакта по текстолиту. Такое изменение осуществляется при пере-

мещении каретки 4 с фрикционным роликом 3 при помощи ходового винта 8.

Так как при увеличении времени протягивания увеличивается и время скольжения по контактному сектору на диске, т. е. время обжига, то контакт сделан подвижным, что позволяет регулировать время обжига концов проводов.

Чтобы увеличить диапазон размеров нарубаемых проводов, вращение к тянущим роликам передается через редуктор, имеющий две скорости (фиг. 4). Принципиальная электрическая схема автомата показана на фиг. 5.

Автомат успешно применяется в серийном производстве. Его средняя производительность 1000—1100 концов провода в час. Габаритные размеры автомата 1400×800×700 мм. Ориентировочная стоимость 7200 руб. В. В. Касаткин

Накатывание шлицев на головках болтов

С целью повышения производительности труда при изготовлении болтов со шлицевыми головками в цехе

Сечение по бб

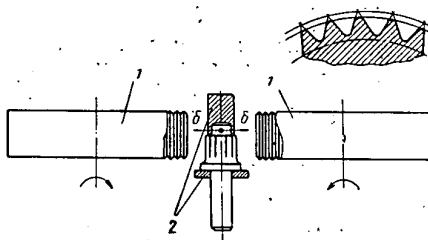


Схема накатывания шлицев на резьбонакатном станке.

1—ролики; 2—нож.

автоматов завода внедрено накатывание шлицев.

Раньше шлицы нарезали червячной фрезой методом обкатывания на

зубофрезерном станке. На изготовление одной детали затрачивалось 8 мин.

Теперь перед накатыванием головку болта шлифуют на бесцентровом шлифовальном станке с точным допуском. Накатывание ведут на резьбонакатном станке двумя роликами, один из которых неподвижен. Деталь устанавливают в приспособление на нож около неподвижного ролика (см. фигуру). Во избежание выдавливания детали в процессе обработки предусмотрен специальный упор. При вращении подвижного ролика на один—два оборота на головке болта образуется ровный шлиц полного профиля. Время обработки одного болта сократилось до 1 мин.

Внедрение накатывания шлицев на головках болтов двух наименований позволяет заводу экономить 13 000 руб. в год.

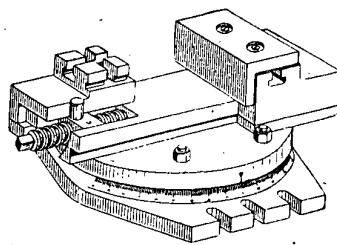
По материалам завода

Универсальные самоцентрирующие тиски

На заводе внедрены универсальные самоцентрирующие тиски с двумя подвижными губками для фрезерования пазов, ушков, проушин, полсечек и т. п. в литых и штампованных деталях малых и средних габаритов (см. фигуру).

В отличие от обычных станочных тисков самоцентрирующие тиски дают возможность фрезеровать детали без разметки с одной настройки и без дополнительной выверки каждой детали относительно фрезы.

С применением этих тисков производительность труда повышается в среднем на 35—40%.



Внедрение универсальных самоцентрирующих тисков на операциях обработки деталей более 400 наименова-

ний позволит снизить трудоемкость за счет устранения операций разметки и сокращения затрат вспомогательного времени не менее чем на 45 нормочасов на изделие, повысить качество деталей, снизить процент брака, а также намного сократить изготовление специальной дорогостоящей самоцентрирующей оснастки.

На самоцентрирующих тисках можно применять быстросменные губки в зависимости от конфигурации деталей.

Б. С. Синицин

Станок для нанесения абразива на полировальные круги

На отделочных операциях при изготовлении многих деталей применяют полировальные круги из войлока, фетра, бумаги, текстиля и других материалов, которые накатывают абразивным зерном. Нанесение на них абразива трудоемкая и тяжелая работа, в большинстве случаев выполняющаяся вручную.

На заводе спроектирован и изготовлен станок (см. фигуру); внедрение которого исключает ручное нанесение абразива. На станке круги совершают те же движения, что и при ручной работе.

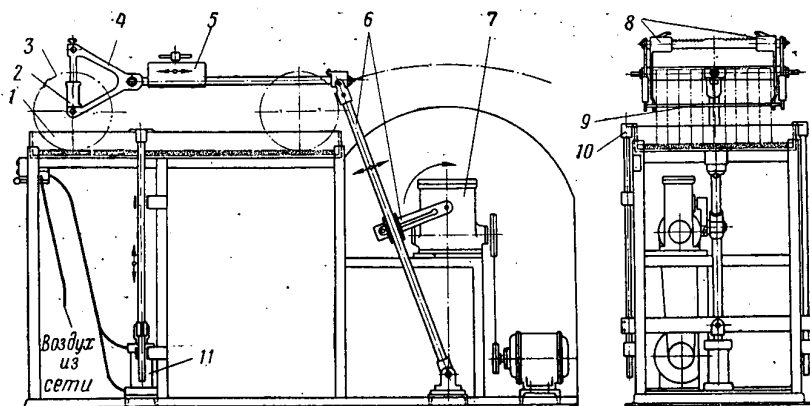
Станину станка в виде рамы с тумбочкой сваривают из уголкового железа № 5 или 4,5. Боковые стороны тумбочки обшивают листовым железом. Сверху на нее устанавливают деревянный лоток 1 с абразивным зерном. Каретка 4 получает возвратно-поступательное движение от кривошипно-кулисного механизма 6.

Полировальные круги 3 насаживают на стальной стержень 9 диаметром 10—12 мм, длиной 500 мм и закрепляют между щеками каретки. При этом один из движков 2 поднимают в верхнее положение. После установки стержня с кругами движок опускают и он зажимает стержень.

Каретку при установке и снятии кругов приподнимают с помощью пневмоцилиндра 11 и двух кронштейнов 10. При работе станка кронштейны находятся в нижнем положении и прижаты к лотку. Если круги занимают не всю длину стержня, их поджимают друг к другу ползунами 8 с храповыми защелками.

Каретка при работе может наклоняться в горизонтальной плоскости на угол до 5°, что дает возможность наносить абразив одновременно на круги разных размеров. При насаживании на стержень круги необходимо подбирать в последовательности изменения диаметров.

Степень прижима кругов можно регулировать грузом 5. Для работы на станке с абразивами различной зернистости нужно иметь несколько лотков, которые по мере необходимости можно быстро заменять.



1—лоток с абразивным зерном; 2—двигок; 3—накатываемые круги; 4—каретка; 5—передвижной груз; 6—кривошипно-кулисный механизм; 7—редуктор; 8—ползуны для поджима кругов; 9—стержень; 10—кронштейны для подъема каретки; 11—пневмоцилиндр.

Техническая характеристика станка

Максимальный диаметр полировальных кругов . . .	250 мм
Минимальный диаметр полировальных кругов . . .	50 мм
Максимальный ход каретки	800 мм
Число двух ходов каретки в минуту	30

Мощность электродвигателя 0,6 кВт
 Длина стержня для кругов 500 мм
 Габаритные размеры станка 2000 × 700 × 1200 мм

Применение станка улучшает качество и повышает стабильность полировальных кругов; производительность труда повышается на 50%.

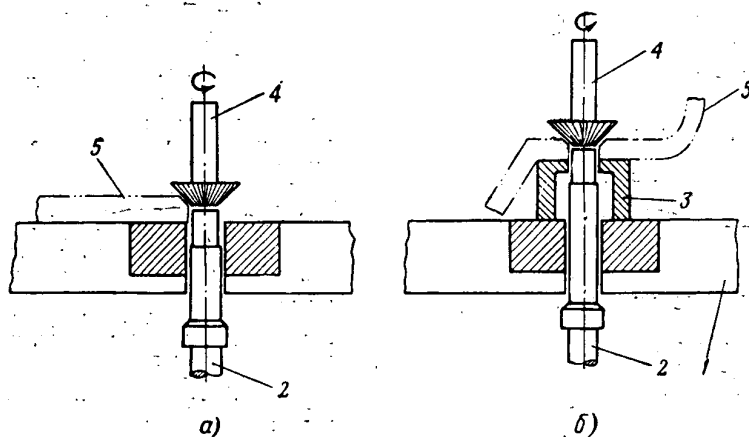
А. Толмачев

Снятие фасок на фрезерном станке

В заготовительно-штамповочном цехе изготавливают много разнообразных деталей из листа типа крышек

типа Hess, предназначенного для раскроя заготовок.

На фигуре показаны схемы выпол-



а—снятие фаски у плоской детали; б—снятие фаски у детали с бортом.
 1—стол; 2—копир; 3—штулка; 4—фреза; 5—деталь.

люков, обшивок, профилей и других, по периметру которых вручную снимают фаски. Технолог цеха Ф. Г. Сергеев предложил для этой операции применить специальные фрезы и копир вертикально-фрезерного станка

для снятия фасок на плоских деталях и деталях, имеющих борта. В цангу станка вставляют фрезу 4, угол обрабатываемой которой равен углу снимаемой фаски.

Деталь 5 прижимается к столу 1

станка и копиру 2; подача осуществляется вручную. В тех случаях, когда деталь имеет борт, на копир надевают втулку 3, а копир на шпиндель станка поднимают над столом на высоту борта. Регулируя расстояние между плоскостью стола или втулки и торцом фрезы, можно изменять величину фаски, а также настраивать станок на обработку деталей разной толщины. Изготовив фрезу, можно снимать на кромках деталей радиусные фаски.

К. И. Яценко

Автоматизация обработки ступенчатых валиков

Заводу было дано задание начать массовое изготовление ступенчатых валиков длиной 582 мм с диаметрами ступеней 45—40,7—39,5—40,7—32,2—28 мм и обеспечить выполнение программы на имеющемся оборудовании.

Для повышения производительности труда, сокращения вспомогательного времени и облегчения условий труда экспериментальный цех сконструировал, изготовил и внедрил два приспособления для обработки ступенчатых валиков.

Патрон с плавающим центром и самоустанавливающимся зажимом (фиг. 1). Раньше валик по диаметру 45—0,17 мм протачивали на токарном станке в центрах с применением хомутика. Новый патрон позволил поднять производительность на этой операции.

Патрон работает следующим образом: плавающий центр 4, перемещаясь под действием центра задней бабки влево, конической поверхностью А поворачивает кулачки 7 относительно осей 9 и винтами 6 зажимает обрабатываемую деталь. Винты 6, изготовленные из стали У8 ($R_c=55$), имеют на концах зубчики. Кулачки 7 установлены на осях 9 в пазах водила 1, которое может смещаться в радиальном направлении до 2 мм, что обеспечивает крепление детали в центрах с биением по наружному диаметру.

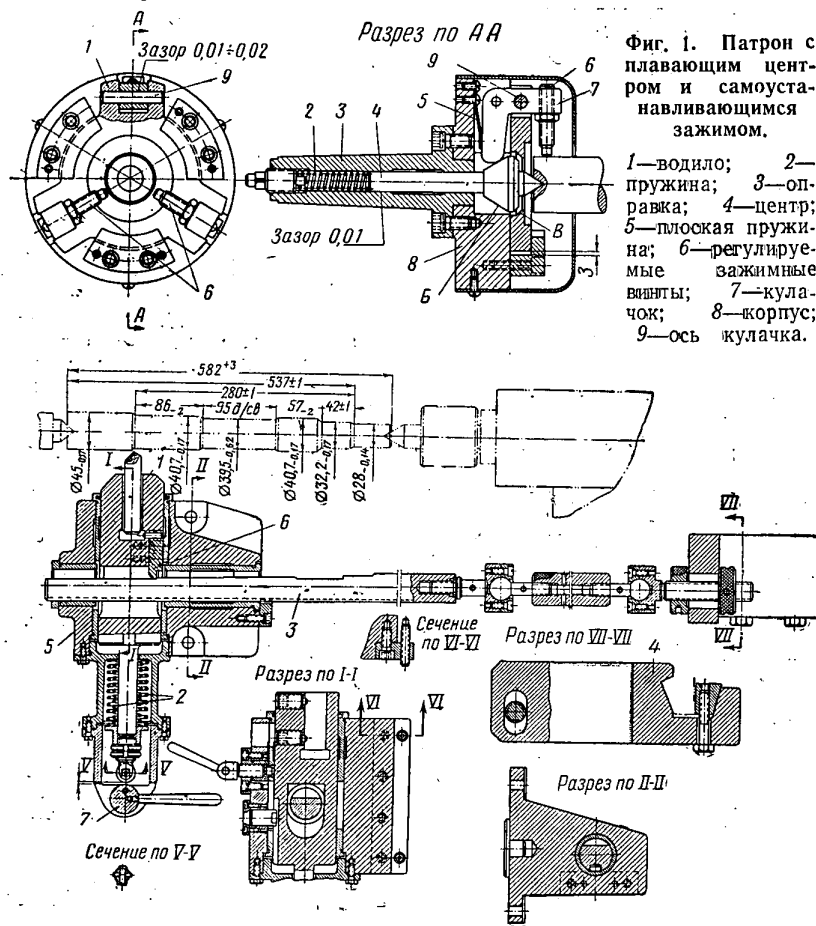
При снятии обработанной детали центр 4 под действием пружин 2 и 5 перемещается вправо до упора в коническую поверхность Б водила 1, таким образом центрируя водило с кулачками.

Патрон при помощи винтов 6 можно быстро перенастраивать в зависимости от диаметра обрабатываемой детали (от 12 до 75 мм). В нем можно закреплять и обрабатывать детали с центровым гнездом, смещенным относительно наружного диаметра.

К недостаткам патрона относится недостаточная жесткость при работе с сечением стружки 1,2—1,5 мм² и более и трудность выдерживания точных линейных размеров, когда работа ведется по упорам.

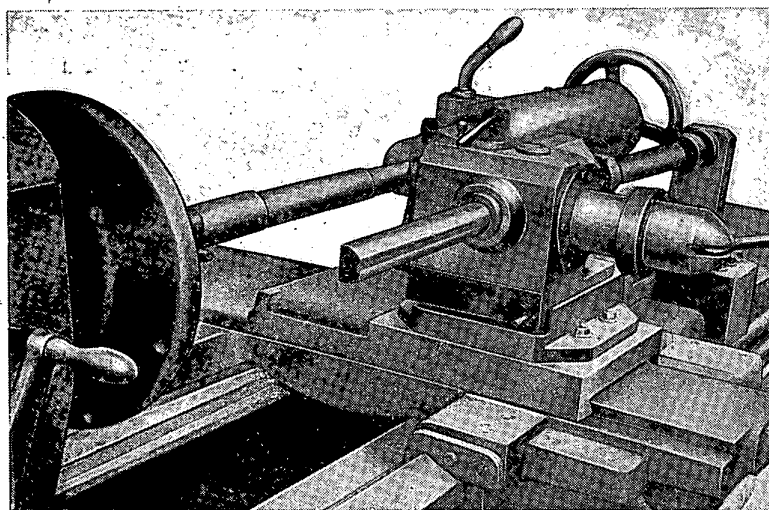
Копировальное устройство для обточки ступеней валика. Ступени валика обтачи-

вали на токарном станке с выдерживанием длин каждой ступени по опорам. С целью резкого сокращения



Фиг. 2. Копировальное устройство для обточки ступеней валика.

1—ползунок; 2—пружины; 3—копир; 4—кронштейн; 5—корпус; 6—шуп; 7—эксцентрик.



Фиг. 3. Копировальное устройство, установленное на станке.

Фиг. 1. Патрон с плавающим центром и самоустанавливающимся зажимом.

1—водило; 2—пружина; 3—оправка; 4—центр; 5—плоская пружина; 6—регулируемые зажимные винты; 7—кулачок; 8—корпус; 9—ось кулачка.

вспомогательного времени экспериментальный цех изготовил и внедрил копировальное устройство (фиг. 2), основанное на принципе, предложенном токарем-новатором Семеновским.

В конструкцию станка внесены некоторые усовершенствования и снята поворотная часть суппорта, что повысило жесткость приспособления.

Копировальное устройство работает следующим образом: ползунок 1, в котором закреплен резец, пружиной 2 поджимается к копиру 3 через шуп 6. Копир 3 закреплен на кронштейне 4. Корпус 5 вместе с кареткой перемещается в продольном направлении относительно копира, при этом шуп 6, двигаясь по копиру, перемещает ползунок в поперечном направлении. Для установки резца в исходное положение необходимо шуп отвести от копира 3, повернув эксцентрик 7. В начале работы резец настраивают по диаметру $28_{-0.14}^{+0.14}$ мм при помощи лимба винта поперечных салазок станка.

Копировальное устройство (фиг. 3) обеспечило высокое качество обработки ступенчатых валиков и позволило более чем втрое снизить вспомогательное время.

И. А. Мазелев
и Н. Ф. Папазов

Прибор для контроля наружных углов

С. Е. Башкин сконструировал универсальный измерительный прибор, с помощью которого путем сравнения можно измерять наружные углы инструментов и деталей: проверять угловые плитки с любым углом; угольники класса 0 и грубее с размером стороны H до 150 мм; углы втулок замкового соединения типа ласточкина хвоста, а также замков готовых лопаток. Кроме этого, прибор можно использовать как миниметр.

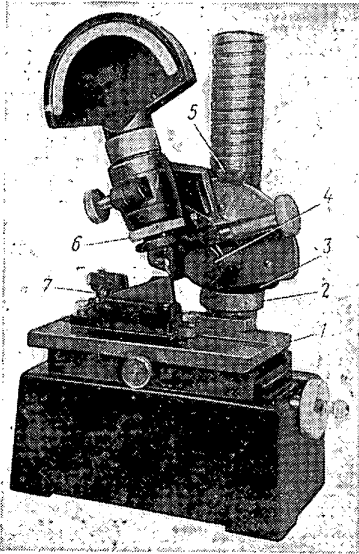
Прибор (фиг. 1) имеет следующую конструкцию.

На основании смонтирована колонка, на которой с помощью муфты 3 с кронштейном укреплен головка миниметра. Муфта, а следовательно и головка миниметра, может перемещаться в вертикальном направлении гайкой 2. На муфте и колонке нанесены продольные риски, по которым можно точно установить головку миниметра относительно вертикальной оси и зафиксировать ее положение стопорным винтом.

Кронштейн, на котором закреплена головка миниметра, установлен на пальце 4, вокруг которого он может вращаться в пределах 180° . Фиксация кронштейна с головкой миниметра после установки на заданный угол осуществляется винтом с тангенциальным зажимом.

Для ориентировочной установки миниметра на муфте 3 укреплен

шкала с ценой деления 1° , а на кронштейне — индекс 5: Головку миниметра можно перемещать в осевом (рабочем) направлении с помощью гайки 6 и фиксировать винтом. На основании прибора помещен предмет-



Фиг. 1. Прибор для контроля наружных углов деталей и инструмента.

1—предметный столик; 2—гайка для перемещения системы крепления головки в вертикальном направлении; 3—муфта; 4—палец; 5—индекс; 6—пайка для перемещения головки миниметра в осевом направлении; 7—сферический наконечник.

ный столик 1, который можно передвигать в продольном направлении винтовой парой и фиксировать его положение стопорным винтом.

На предметный столик в зависимости от проверяемого угла инструмента или детали, а также от их конструкции устанавливают один из четырех специально сконструированных столиков, а в случае использования прибора в качестве миниметра — обычный стандартный ребристый столик круглой или удлиненной формы. На фиг. 1 показан столик для проверки плиток с углом менее 30° .

Методика проверки заключается в следующем: по эталонной угловой плитке стрелку головки миниметра устанавливают в нулевое положение. При этом плитка одним концом должна упираться в жестко закрепленный на столике сферический наконечник 7, а с другого конца в нее должна упираться сферическая головка измерительного стержня миниметра. После установки миниметра на столик вместо эталонной ставят контролируемую плитку — отклонение стрелки покажет линей-

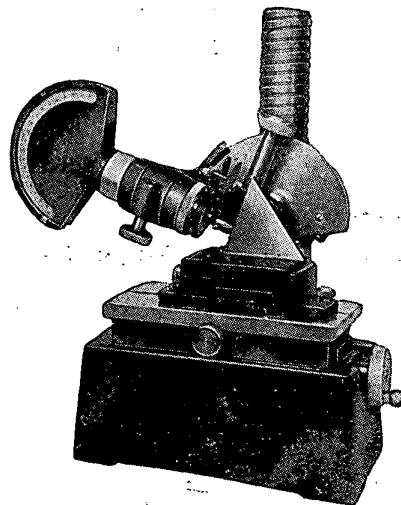
ную величину отклонения в микронах, которое с помощью таблиц переводят в секунды.

Аналогично проверяют и плитки с углом более 30° . В этом случае применяется другой столик, у которого неподвижный сферический наконечник расположен вертикально.

Третий специальный столик не имеет принципиальных отличий от столика для контроля плиток с углом более 30° , кроме габаритных размеров.

Весьма оригинальную конструкцию имеет четвертый столик (фиг. 2). У него есть три сферических опоры, из которых две регулируются, т. е. в зависимости от конструкции проверяемой детали их можно перемещать в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Ранее применявшийся метод проверки угловых плиток заключался в следующем. Выбранные плитки (поверяемую и аттестованную) притирали так, чтобы одноименные углы были направлены в противоположные стороны. Притертый блок устанавливали на ребристом столике оптиметра, с помощью которого определяли непараллельность. Величина этой непараллельности и является отклонением. Недостатки этого метода: низкая производительность и возможность проверять только плитки с хорошей притираемостью и с углом не более 50° .



Фиг. 2. Прибор с установленным на нем столиком.

Прибор С. Е. Башкина исключает все указанные выше недостатки. Он прост в эксплуатации, обеспечивает высокую точность (около $3-4''$) и производительность проверки, позволяет надежно контролировать углы деталей и эталонов замкового соединения типа ласточкина хвоста.

В. Н. Макеев

Цилиндрические калибры

Опытное и мелкосерийное производство характеризуется наличием большой номенклатуры деталей, подвергающихся частым изменениям на всем протяжении доводки того или иного изделия, агрегата. Нередки случаи, когда создание чертежа на деталь и обработка детали идут буквально параллельно. В этих условиях выпуск фундаментальной оснастки для контроля тех или иных размеров детали часто экономически невыгоден, а в большинстве случаев сроки изготовления оснастки более продолжительны, чем сроки изготовления самих деталей. Однако жесткие технические условия чертежей требуют наличия той или иной оснастки для контроля различных размеров деталей.

Учитывая специфические условия опытного производства, автору статьи на протяжении последних трех—четырёх лет удалось спроектировать и внедрить в производство много разнообразных калибров, изготовление которых занимает буквально минуты наряду с точными и стабильными показаниями, удовлетворяющими всем техническим требованиям чертежа.

Особенностью калибров, предложенных автором статьи, является то, что все их части — ручки, штифты, кольца и др. — изготовлены из цилиндров, которые можно быстро и точно выточить на токарном станке и затем с высокой степенью точности отшлифовать по наружному диаметру на бесцентрово-шлифовальном станке. Сверление и растачивание необходимых отверстий для запрессовки штифтов выполняется на координатно-расточном станке. Теперь остается только запрессовать штифты в определенные отверстия и калибр готов. К изготовлению калибров из цилиндрических деталей не требуется привлекать слесарей-лекальщиков высокого разряда.

Ниже приведены наиболее характерные калибры из числа внедренных в производство.

На фиг. 1,а показана деталь, имеющая четыре паза, смещение которых по условиям чертежа от номинального положения не должно превышать $\pm 0,05$ мм.

Автор статьи предложил калибр (фиг. 1,б), состоящий из кольца, четырех штифтов и ручки. Кольцо обрабатывают на токарном станке, а радиальные отверстия в нем — на координатно-расточном станке; штифты протачивают на токарном станке и окончательно шлифуют на бесцентрово-шлифовальном станке; ручку вытачивают на токарном станке. Сборку калибра — запрессовку штифтов и приклеивание ручки — может выполнить слесарь 4-го разряда.

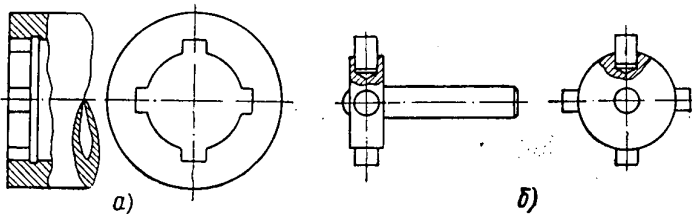
На фиг. 2,а показана деталь с четырьмя шипами шириной h мм, смещение которых с оси детали не должно превышать $\pm 0,05$ мм.

Автор статьи предложил калибр (фиг. 2,б), состоящий из кольца с

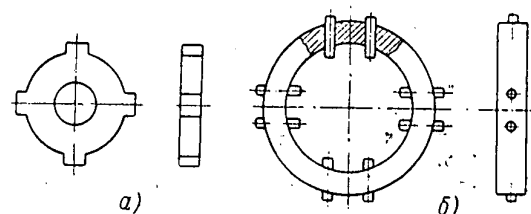
запрессованными в него восемью штифтами. Размер h , между штифтами и смещение самих штифтов с оси

По предложению автора статьи для контроля ширины h выточки было предложено простое приспособ-

ние между штифтами соответствовало $l_{пр}$, в другом $l_{не}$. Внедрение калибров, все части ко-



Фиг. 1. Деталь (а) и калибр (б).



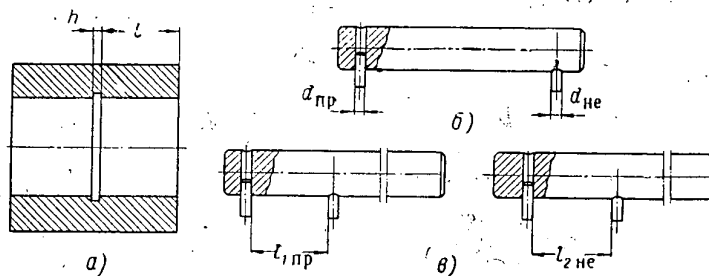
Фиг. 2. Деталь (а) и калибр (б).

кольца были выбраны такими, чтобы смещение шипов не превышало $\pm 0,05$ мм.

На фиг. 3,а показана деталь, имеющая выточку шириной h мм на рас-

стояние: цилиндрическая ручка (фиг. 3,б), в которую были запрессованы два штифта: один с диаметром $d_{пр}$ (проходной), а второй $d_{не}$ (непроходной).

торых изготавливаются из цилиндров, значительно снижает затраты на их изготовление без нарушения точности и стабильности показаний и сокра-



Фиг. 3. Деталь (а) и калибры (б, в).

стоянии l мм от торца. Выточка была весьма узкой и для ее контроля не один из универсальных приборов, имевшихся в цехе, не был пригоден.

Для контроля размера l также были использованы ручки с запрессованными в них штифтами (фиг. 3,в). В одном случае рассто-

яет сроки запуска деталей в производство.

И. С. Кирич

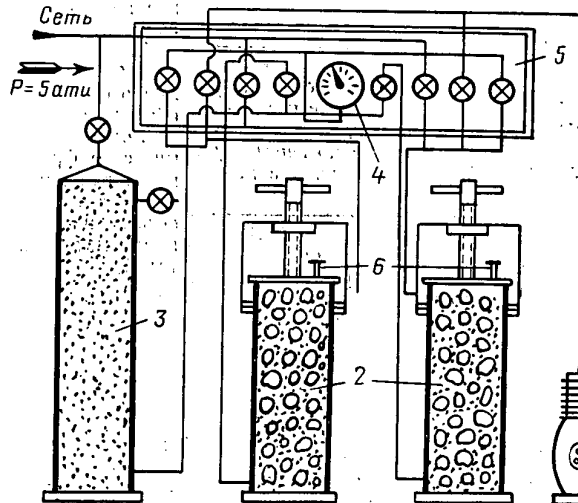
Вакуумная установка для пропитки деталей жидким стеклом

Детали арматуры газовой колонки, работающие под давлением, с целью создания герметичности должны пропитываться жидким стеклом.

Первоначально пропитывали только внутреннюю полость детали. При этом жидкое стекло подавалось под давлением 5 атм. На одну деталь затрачивалось 7—8 мин. На комплект деталей расходовалось 30—40 г жидкого стекла. Процент брака был значительным.

При большой программе, планируемой цеху, стало очевидно, что пропитка под давлением потребует большого увеличения количества стенов и, соответственно, производственных площадей. Поэтому техбюро цеха изменило технологию пропитки и спроектировало вакуумную установку, которая обладает высокой производительностью (см. фигуру).

Сущность процесса заключается в следующем: детали помещают в баки 2, из которых выкачивают воздух. Затем из баллона 3 под давлением 5 атм подается жидкое стекло и дается выдержка 4—5 мин. После выдержки жидкое стекло из баков



вытесняется давлением воздуха в баллон 3.

Применение вакуумной установки повышает производительность в 100 раз и снижает расход жидкого стекла в четыре—пять раз. При этом

значительно улучшается качество пропитки, так как детали пропитываются с внутренней и внешней поверхностей.

Ю. И. Соколов

Зарубежная техника

Производство будущих сверхзвуковых самолетов

Резкое улучшение летно-тактических характеристик самолетов приведет к необходимости применения жаропрочных материалов, способных противостоять аэродинамическому нагреву при скоростях полета, достигающих 2500 км/час; для изготовления из этих материалов узлов и деталей сложной конфигурации с допусками, обеспечивающими минимальный вес конструкции самолета, потребуется новое оборудование.

Приведенные ниже данные иллюстрируют влияние производственных допусков на вес самолета, а следовательно, на его основные летно-тактические характеристики.

При увеличении на 0,025 мм верхнего допуска на обработку обшивки из алюминиевого сплава повышение веса на 1 м² обшивки составляет 0,07 кг. Увеличение веса 1 м² стальной обшивки, обработанной с теми же допусками, составит уже 0,2 кг.

Табл. 1 показывает изменение веса крыла сверхзвукового истребителя, имеющего поверхность 65 м², с обшивкой из алюминиевого сплава и стали при его изготовлении с различными допусками.

Таблица 1

Изменение веса крыла сверхзвукового истребителя с обшивками из алюминиевого сплава и стали при его изготовлении с различными допусками

Крыло с обшивкой из алюминиевого сплава		Крыло с обшивкой из стали	
Допуск на толщину в мм	Прирост веса крыла с обшивками, изготовленными по верхнему допуску, в кг	Допуск на толщину в мм	Прирост веса крыла с обшивками, изготовленными по верхнему допуску, в кг
-0,00+0,25	90	-0,00+0,25	260
-0,00+0,50	180	-0,00+0,50	525
-0,00+0,75	275	-0,00+0,75	785
-0,00+1,00	370	-0,00+1,00	1050

Изготовление обшивки крыла современного бомбардировщика (площадью 185 м²) по верхнему пределу допуска приводит к увеличению веса крыла на 2268 кг, а всего самолета на 22680 кг.

Очевидно, что допуски на обработку элементов конструкции будущих сверхзвуковых самолетов следует уменьшать, так как они в большинстве случаев будут изготовляться из легированных сталей. При этом необходимо подчеркнуть, что точность изготовления не должна повышаться только за счет усовершенствования способов механической обработки (это привело бы к значительному увеличению станочного парка,

а также размеров и веса станков). Напротив, удельный вес механической обработки в производстве деталей самолета необходимо снизить за счет широкого внедрения новых прогрессивных технологических процессов:ковки, прессования, химического фрезерования и т. д.

В настоящее время ведутся широкие исследовательские работы с целью изыскания новых жаропрочных материалов, для обработки которых можно использовать существующие оборудование, технологические процессы и оснастку. Первым шагом в этом направлении следует считать применение титановых сплавов.

ВВС США недавно опубликовали отчет, посвященный различным проблемам, связанным с механической обработкой самолетных деталей. В отчете подчеркивается, что развитие производства в США резко отстает от темпов усовершенствования самолетных конструкций, и отмечается, что в настоящее время в авиационной промышленности Англии и США резко обозначился переход от материалов с незначительной твердостью (алюминиевые сплавы), к более твердым (стали и титановые сплавы). Далее в отчете отмечается, что в случае сохранения в будущем существующих норм расхода металла, для механической обработки новых жаропрочных материалов потребуется четырехкратное увеличение станочного парка. Соответственно повысятся затраты энергии и трудоемкость. Пропорционально этому увеличится стоимость изделий, в результате чего при сохранении ассигнований на самолетостроение на существующем уровне, авиационная промышленность сократит выпуск продукции в четыре раза.

Таким образом, очень важно создать новые прогрессивные способы обработки материалов, а также усовершенствовать и модернизировать существующие технологические процессы, оборудование и оснастку.

Большое распространение в последние годы получило «химическое фрезерование». Этот способ имеет особую ценность для авиационной промышленности, в которой отход металла в виде стружки по объему и весу значительно больше объема и веса обработанных деталей, в результате чего стоимость материалов, идущих в отходы, выше, чем готовых деталей.

В табл. 2 приведены допуски на обработку панелей методом химического фрезерования для различных глубин травления.

Таблица 2

Допуски на обработку панелей методом химического фрезерования для различных глубин травления

Глубина травления в мм	Допуск на толщину панели в мм	Примечание
0,00—0,76	0,102	Радиусы выемок равны глубине травления
0,79—1,52	0,127	
1,57—2,29	0,152	
22,31 и более	0,203	

Допуски на длину и ширину панелей при химическом фрезеровании составляют в среднем 3,0—3,5 мм.

Для кованных деталей способ химического фрезерования, ввиду различных величин допусков для различных участков поверхности, можно использовать только в сочетании с механической обработкой.

Другим способом изготовления узлов и деталей самолетных конструкций, позволяющим снизить объем механической обработки, является ковка на мощных прессах. Применение кованых монолитных панелей и крупногабаритных деталей позволяет значительно снизить трудоемкость и сократить цикл изготовления самолетных конструкций, уменьшить количество входящих в них деталей, обеспечить их высокую прочность.

Детали, полученные ковкой в штампах, должны подвергаться дополнительной механической обработке, в результате которой до 70% материала удаляется в виде стружки.

В табл. 3 приведены допуски на изготовление кованых деталей из алюминиевых сплавов.

Таблица 3

Допуски на изготовление кованых деталей из алюминиевых сплавов

Виды допусков	Величины допусков в мм	
	при весе поковки до 0,45 кг	при весе поковки до 45,4 кг
Допуск на толщину детали (на закрытие штампа)	1,62	5,33
Допуск на длину и ширину детали (при длине детали до 200 мм)	1,22	—
Допуск на длину и ширину детали (при длине детали до 1500 мм)	—	9,14
Допуск на несовпадение осей пуансонов и матрицы штампа	0,38	1,27
Допуск на прямолинейность на участке длиной 200 мм при общей длине детали 1500 мм	0,40	3,17
Допуск на толщину по кромкам и углам детали	~1,52	~6,35
Допуск на радиусы закруглений	~6,35	~50,8

Примечание. Допуск на штамповочный уклон 3—7°.

Как видно из таблицы, ковка в штампах деталей из алюминиевых сплавов не обеспечивает необходимой точности их изготовления. Кроме того, ковка монолитных панелей и крупногабаритных деталей из алюминиевых сплавов сопряжена с большими трудностями, чем деталей аналогичной конструкции из сталей. Это объясняется меньшей пластичностью сплавов алюминия при температурековки. Важно также и то, что стали обладают оптимальной ковкостью при температурах, близких к температуре плавления, в то время как алюминиевые сплавы наилучшим образом коются при значительно более низких температурах. В результате дляковки деталей из

алюминиевых сплавов требуется более мощное прессовое оборудование и штампы более сложной конструкции.

В отчете отмечается также, что наряду с разработкой новых технологических процессов в США значительное внимание уделяется дальнейшему совершенствованию способов механической обработки. Применяемые в последние годы допуски на механическую обработку самолетных деталей имеют величину до $\pm 0,254$ мм. Как правило, обработка деталей ведется по верхнему, плюсовому, допуску, в результате чего они имеют повышенный против номинального вес.

К значительным недостаткам механической обработки следует отнести также сложность обеспечения минимальной толщины ребер жесткости вследствие их коробления под влиянием внутренних напряжений, возникающих в процессе обработки детали.

Для устранения этого недостатка фирмой Convaig (США) были предложены специальные резы для одновременной обработки ребер жесткости с обеих сторон. Кроме того, фирма изучила возможность комбинированной обработки поковок, сочетающей механическую обработку заготовок до размеров, незначительно превышающих номинальные размеры детали, с последующей обработкой способом химического фрезерования до номинальных размеров. В результате толщину ребер жесткости кованых деталей удалось снизить до минимума и почти полностью устранить их коробление.

Из сказанного выше очевидно, что авиационные заводы должны быть переоборудованы с целью приспособления их к серийному выпуску самолетов из новых жаропрочных материалов. Такую перестройку нельзя осуществить в ближайшие три—четыре года, так как в настоящее время промышленность производит станочное, прессовое и другое оборудование, заказанное несколько лет назад для изготовления узлов и агрегатов самолетов, проектируемых и изготавливаемых в настоящее время. Поэтому в течение нескольких лет положение в авиационной промышленности существенно не изменится. В дальнейшем, при увеличении скоростей полета самолетов до 3—4 М, переход к использованию новых жаропрочных материалов и оборудования для их обработки станет неизбежным.

Сейчас чрезвычайно трудно определить конструктивные особенности самолетов и характер их производства в будущем. До сих пор, например, у авиационных конструкторов нет единого мнения о конфигурации будущих истребителей; неизвестно, будут ли эти самолеты больше или меньше современных, с крыльями из монолитных панелей или вообще без крыльев и т. д. Задачи, которые должны быть решены в области авиационного производства в ближайшие десять лет, можно сформулировать лишь в самых общих чертах. Несмотря на это, уже теперь должны быть заложены основы для будущей перестройки авиационной промышленности.

Необходимо более тесное сотрудничество станкостроительной и самолетостроительной промышленности с целью совместного разрешения проблем, связанных с разработкой конструкций новых изделий и станочного оборудования для их изготовления.

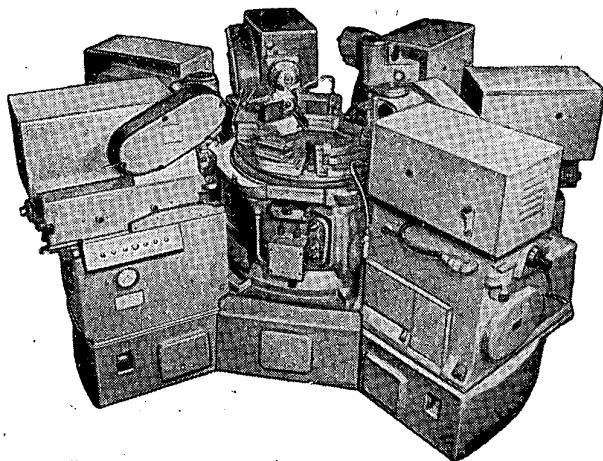
Примером такого сотрудничества может служить связь, существующая между фирмой Convaig и станкостроительными фирмами. Фирма Convaig проводит ежегодные конференции с участием представителей станкостроительных фирм и фирм поставщиков готовых изделий, на которых обсуждаются теоретические и практические вопросы и принимаются совместные решения по их реализации.

А. Г.

Источник: «Aircraft Engineering», 1957, v. 29, № 340, June.

Силовые головки и агрегатные станки

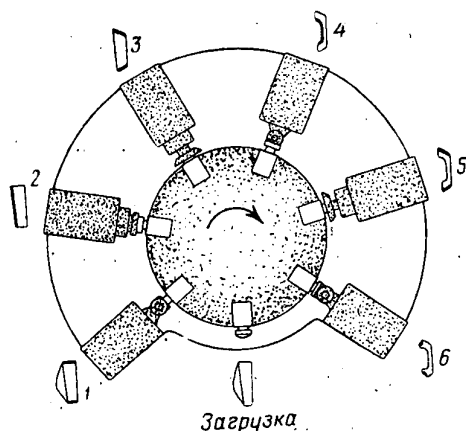
Обзор



Станок фирмы Bristol Aero-Engines для автоматической обработки замка компрессорных лопаток.

В № 4 журнала «Авиационная промышленность» за 1957 г. опубликован обзор материалов по развитию производства силовых головок и агрегатных станков за рубежом. Ниже публикуются новые данные в этой области.

На фигуре в начале обзора представлен станок агрегатного типа, работающий по автоматическому циклу, который применяется фирмой Bristol Aero-Engines (Англия) для фрезеро-

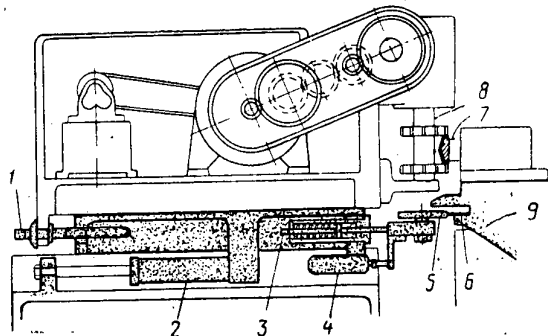


Фиг. 1. Схема обработки замка лопатки на станке фирмы Bristol Aero-Engines.

вания замков компрессорных лопаток из алюминиевых и титановых сплавов или нержавеющей стали. На этом станке профиль замка лопатки обрабатывается на 70%. Полное время обработки замка 21 мин. Через каждые 3 мин. со станка снимается готовая лопатка.

Станок имеет семь позиций, из которых одна загрузочная. Он состоит из литой чугунной станины диаметром 2950 мм, в центре которой установлен непрерывно вращающийся стол диаметром 840 мм с семью приспособлениями, имеющими ложементы для крепления пера лопаток. Вокруг стола на станине расположены шесть силовых головок, выполняющих отдельные операции фрезерования замка в последовательности, указанной на фиг. 1.

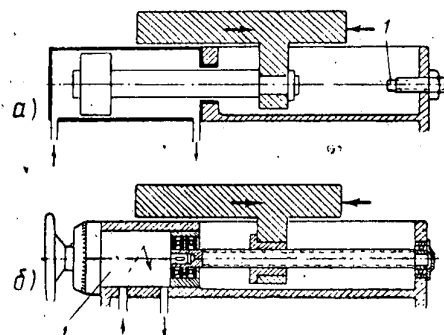
На фиг. 2 показана схема силовой головки станка, снабженной гидравлическим приводом подачи с трейсерным устройством. Головка состоит из перемещающегося по направляющим полового корпуса с установленным внутри него электродвигателем, на одном конце вала которого закреплено зубчатое колесо для привода сменных колес коробки скоростей; от них через червячную пару с передаточным числом 1:9,5 верти-



Фиг. 2. Схема силовой головки.

1—винт; 2—цилиндр; 3—плунжер; 4—гидравлический клапан; 5—копировальный ролик; 6—плоский кулачок; 7—замок лопатки; 8—шпиндель с оправкой; 9—вращающийся стол.

кальному шпинделю 8 с оправкой сообщаются различные скорости вращения. На втором конце вала электродвигателя закреплен шкив текстолитной передачи для привода насоса, гидросистемы головки и насоса системы смазки. С помощью винта 1 корпус вместе со шпинделем устанавливается так, что можно фрезеровать нужную поверхность замка 7 лопатки независимо от положения трейсерного устройства на плоском кулачке 6, закрепленного на вращающемся столе 9. Копировальный ролик 5 укреплен на L-образном кронштейне, соединенном с торцом плунжера 3, который прижимается к кронштейну спиральной пружиной. Вертикальной плоскостью кронштейна упирается в торец штока гидравлического клапана 4, который управляет подачей масла в полость цилиндра 2, осуществляющего продольные перемещения корпуса головки.



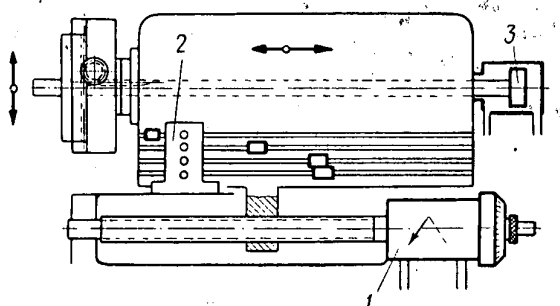
Фиг. 3. Схемы гидроприводов подачи.

а—поршневой гидропривод (1—упор); б—гидромеханический привод (1—гидродвигатель).

Гидросистема работает при давлении масла 20—21 кг/см². Насосная станция для охлаждения расположена внутри станины. В последнее время в металлорежущих станках и силовых головках вместо гидравлического поршневого привода (фиг. 3, а)

начинает применяться гидромеханический (фиг. 3,б), состоящий из ходового винта (действующего через редуктор или без него) и гидродвигателя. Использование этого привода в значительной степени устраняет вредное влияние сжимаемости масла под большим давлением; улучшается равномерность подачи, что особенно важно при больших ходах и в случае работы твердосплавным инструментом. После отключения гидродвигателя подвижные части станка или головки обладают меньшей инерцией, чем при поршневом гидроприводе; возможна также более точная отладка режима работы привода с помощью сравнительно простых устройств к гидродвигателю.

Экспериментально установлено, что гидродвигатель через 0,055 сек. после подачи импульса развивает число оборотов, нужное для осуществления подачи в 1000 мм/мин. Это объясняется тем, что момент инерции вращающихся масс гидродвигателя в 10 раз меньше момента инерции якоря электродвигателя трехфазного тока той же мощности. Кроме того, число оборотов гидродвигателя можно изменять бесступенчато в обоих направлениях.



Фиг. 4. Схема управления головкой от кулачков с определенными импульсами.

1—гидродвигатель; 2—кулачковый выключатель; 3—привод поперечного самохода.

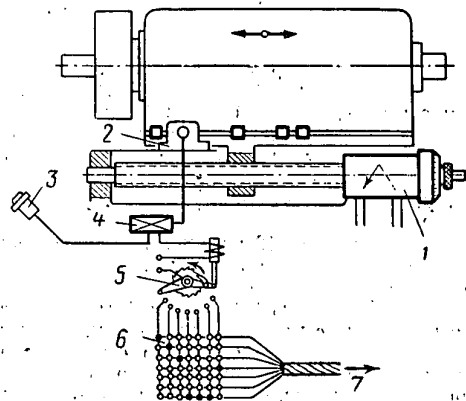
Недостатком гидромеханического привода является более низкий к. п. д., обуславливающий применение насоса повышенной производительности. Кроме того, изготовление его обходится дороже, чем обычного гидравлического привода.

На фиг. 4 представлена силовая головка с гидромеханическим приводом подачи, управляемая от регулируемых кулачков. Каждый из них дает определенный импульс (ускоренный ход, рабочую подачу и т. д.), который через четырехпозиционный выключатель передается соответствующим органам управления головкой. После продольного перемещения головки суппорт должен двигаться по планшайбе в поперечном направлении, по одной из схем, указанных на фигуре (внизу).

Как видно из фигуры, в головке нет жесткого регулируемого упора, необходимого при поршневом гидроприводе для осуществления подобного цикла работы, и специального кулачка, контролирующего выполнение предыдущей операции и момент переключения на поперечное перемещение. Все эти функции выполняет самотормозящий ходовой винт, обеспечивающий не только остановку для переключения на поперечный ход, но и несколько последовательных остановок, если они нужны по циклу работы головки. Следует также иметь в виду, что точность обработки с применением жесткого регулируемого упора не может считаться высокой вследствие упругих деформаций, возникающих при контакте упора с подвижной частью головки.

Более совершенная схема, представленная на фиг. 5. Циклом работы головки управляют кулачки, расположенные в один ряд, и однопозиционный выключатель 2. Кулачки передают нейтральные импульсы органам управления работой головки через реле 4, шаговый искатель 5 и программное устройство 6.

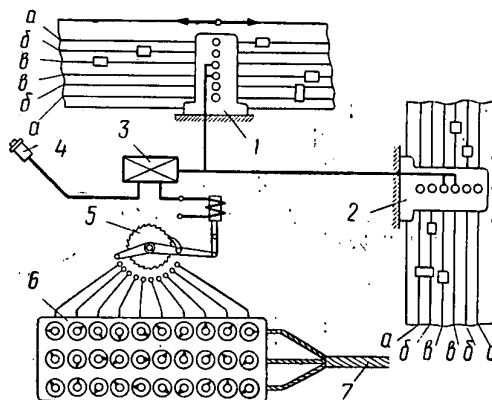
Дальнейшим развитием этой схемы является схема управления, показанная на фиг. 6, которая, так же как и предыдущая, используется при изменяющихся циклах работы станка или головки. В этом случае управляются две силовые головки, расположенные горизонтально и вертикально. Применен ком-



Фиг. 5. Схема управления головкой от кулачков с нейтральными импульсами и через программное устройство.

1—гидродвигатель; 2—выключатель; 3—нажимная кнопка; 4—реле; 5—шаговый искатель; 6—программное устройство; 7—подвод к органам управления.

бинированный способ управления от кулачков, подающих определенные и нейтральные импульсы, причем на каждой из головок имеются выключатели 1 и 2 с шестью рядами кулачков, управляющими следующим циклом работы: ускоренный подвод, рабочая подача, остановка, ускоренный отвод, рабочая подача и остановка в исходном положении. По этой схеме



Фиг. 6. Схема управления головкой от кулачков с определенными и нейтральными импульсами и через программное устройство.

1—выключатель горизонтальной головки; 2—выключатель вертикальной головки; 3—реле; 4—нажимная кнопка; 5—шаговый искатель; 6—программное устройство; 7—подвод к органам управления; 8—ускоренный подвод; 9—рабочая подача; 10—остановка.

можно обеспечить любую последовательность выполнения этапов указанного цикла (как при совместной, так и раздельной работе головок). Нарушений работы головок быть не может, так как при перемещении в одном направлении находятся под напряжением и посылают импульсы только три действующих выключателя кулачков, в то время как в выключателях другого направления тока нет. Кроме того, при остановке головок

в обоих направлениях соответствующими кулачками от выключателей дополнительно посылаются нейтральные импульсы, которые передаются через реле 3 механизму шагового искателя 5 и от последнего через программное устройство 6 — органам управления. Остановка головки является сигналом о завершении одного и начале следующего цикла работы, если нужно с другим режимом работы головки.

На фиг. 7 представлен полуавтоматический агрегатный станок фирмы Machine Shop Equipment (Англия), предназначенный для сверления и резьбонарезания небольших деталей.

На станине станка, имеющей рабочую поверхность 600 × 900 мм, помещены делительный стол, кнопочная панель управления и силовые головки, которые монтируются на передвигаемых цилиндрических колонках кронштейнов и благодаря этому могут устанавливаться под требуемым углом к обрабатываемой детали.

Делительный стол имеет 12 позиций и может выполнять от 5 до 59 делительных циклов в минуту. Поворот стола осуществляется от встроенного в станину привода, состоящего из электродвигателя мощностью 0,35 квт, муфты, сменных зубчатых колес и механизма с мальтийским крестом. Особенности станка являются возможность отделения стола от привода поворота и установки на его место другого делительного устройства или приспособления, а также различного расположения головок за счет перемещений кронштейнов по станине.

Технические характеристики силовых головок, применяемых на станке, приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики силовых головок, применяемых на полуавтоматическом агрегатном станке фирмы Machine Shop Equipment

Характеристики	Головки сверлильные	Головки резьбонарезные
Привод подачи шпинделя	Через плоский кулачок и сменные зубчатые колеса	Через ходовой винт и сменные зубчатые колеса
Мощность электродвигателя в квт	0,35	0,35
Число оборотов шпинделя в минуту	2000—5500 или 4000—11000	500 и 800
Число продольных ходов шпинделя в минуту	8—41 или 16—82	—
Максимальный ход шпинделя в мм	25	—
Цикл работы головки	Автоматический с ускоренным отводом	Автоматический

На фиг. 8 показана схема привода подачи для глубокого сверления отверстий, на который в 1956 г. в Англии был взят патент.

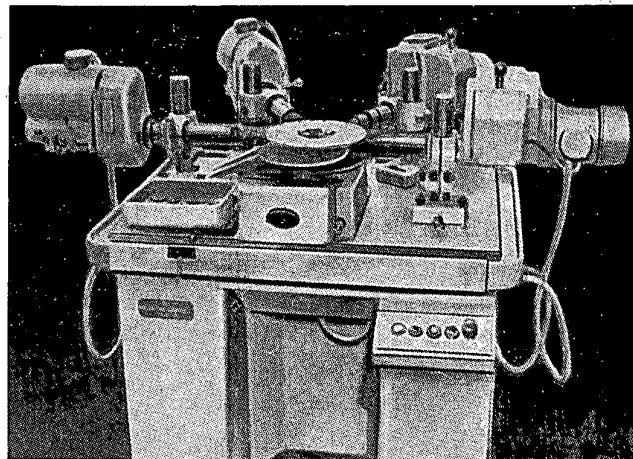
Этот привод может применяться и в силовых головках, так как он обеспечивает автоматический цикл работы с периодическим выводом сверла из отверстия и ускоренным его возвратом для выполнения последующих этапов сверления. Винт 3 на рабочей и ускоренной подаче (как вперед, так и назад) вращается от реверсируемых электродвигателей 1 и 2, заключенных в одном корпусе, через зубчатые колеса.

При обратном ходе головки, осуществляемом электродвигателем 2, включается также и электромагнитная муфта 4, вследствие чего кулачок 5, соединенный с червячным колесом, начинает вращаться.

В конце ускоренного отвода головки электродвигатель 1 останавливается, а электродвигатель 2 реверсируется, головка быстро движется вперед и кулачок 5 вращается в противоположном направлении. Достигнув начального положения, кулачок 5 включает концевой выключатель 6, электродвигатель 2 останавливается и муфта 4 разъединяется. После этого вновь

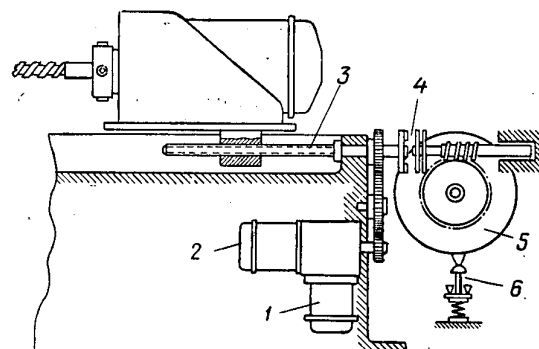
включается электродвигатель 1 и выполняется следующий этап сверления. Циклом работы управляет обычная электроаппаратура.

На Чикагской выставке 1956 г. фирма Ex-Cell-O демонстрировала самодействующие силовые головки с гидравлическим приводом подачи, предназначенные для сверления, зенкерования



Фиг. 7. Агрегатный станок фирмы Machine Shop Equipment.

ния, развертывания и других аналогичных работ. В зависимости от операции головки настраиваются на различные автоматические циклы, которые могут состоять из быстрого подвода инструмента к обрабатываемому изделию, одной или двух рабочих подач, выдержки, быстрого отвода инструмента и остановки. Фирма выпускает головки с подвижной пинолью четырех моделей (20, 22, 22L и 28A), имеющих различную мощность, причем головка 22L отличается от головки 22 только увеличенным



Фиг. 8. Схема привода подачи для глубокого сверления отверстий.

1, 2—электродвигатели; 3—ходовой винт; 4—электромагнитная муфта; 5—кулачок; 6—концевой выключатель.

ходом пиноли. Основные данные головок с указанием их габаритных размеров приводятся в табл. 2.

В головках мод. 28A и 20 (фиг. 9) применены насосы переменной производительности; и настраивая головку на определенное давление масла, обусловленное необходимым усилием резания, они автоматически устанавливают и величину максимально-допускаемой подачи при данном давлении. Управление циклом работы осуществляется от регулируемых упоров, монтируемых на подвижном стержне сбоку головки.

Пуск и остановка головок могут выполняться вручную (поворотом звездочки или рычага, расположенных сбоку головки), а также от центральной кнопочной панели станка — соленионда-ми, перемещающими реверсивный золотник. Вся электро- и

Таблица 2

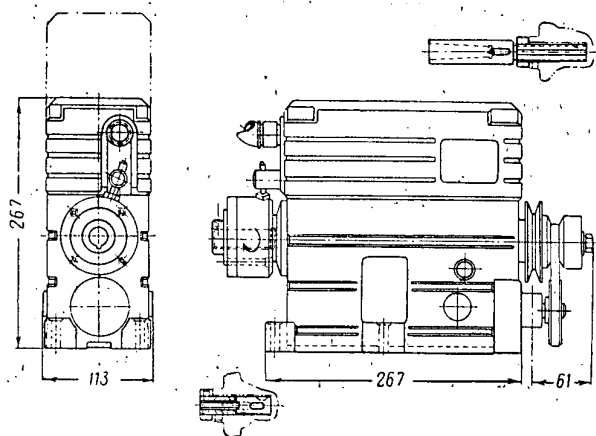
Технические характеристики самодельствующих силовых головок с гидравлическим приводом фирмы Ex-Cell-O

Характеристики	М о д е л ь			
	20.	22	22L	28A
Мощность электродвигателя в л. с.	3/4; 1; 1 1/2 и 2	1; 1 1/2 и 3	1; 1 1/2 и 3	2; 3; 5; 7 1/2; 10
Мощность, затрачиваемая на работу головки без нагрузки, в л. с.	0,25—0,6	0,6	0,6	0,75
Число оборотов электродвигателя в минуту	1200; 1800; 3600	1200; 1800	1200; 1800	1200; 1800
Наибольшее осевое усилие в кг	226	1575	1575	4756
Наибольший ход шпинделя в мм	112	200	300	350
Скорость ускоренных ходов в м/мин	—	7,5	7,5	7,5
Скорость шпинделя в об/мин	911—9236	329—3500	329—3500	76—1277
Подача в мм/мин	37—4500	19—3750	19—3750	19—2500
Емкость масляного резервуара в л	1,0	4,0	6,0	19,0
Вес головки в кг	35	180	215	335
Габаритные размеры (длина × ширина × высота) в мм	385 × 113 × 267	660 × 190 × 455	787 × 190 × 455	970 × 345 × 370

Примечание. Высота и вес головки указаны без электродвигателя.

гидроаппаратура располагается сверху; это дает возможность за счет увеличения высоты головок уменьшить их ширину, что имеет значение при установке головок на агрегатных станках.

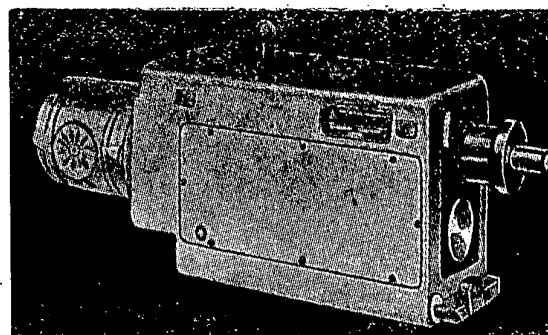
В Чехословацкой Народной Республике заводом TOS изго-



Фиг. 9. Силовая головка фирмы Ex-Cell-O (мод. 20).

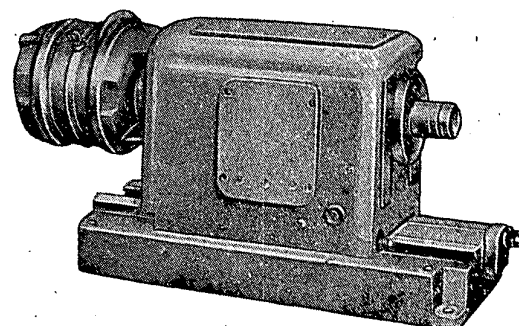
товляются для агрегатных станков силовые головки шести моделей (VI10, VI16, VI25, VI40, VI63, VI100), предназначенные для сверления, зенкерования, развертывания, растачивания и нарезания резьбы. Эти головки работают по автоматическому циклу, состоящему из быстрого подвода, рабочей подачи и быстрого отвода инструмента в исходное положение. На фиг. 10

показана малая силовая головка пинольного типа (мод. VI10, VI16 и VI25), выключаемая ручным рычагом или от кнопочной электропанели. Управление циклом работы происходит по



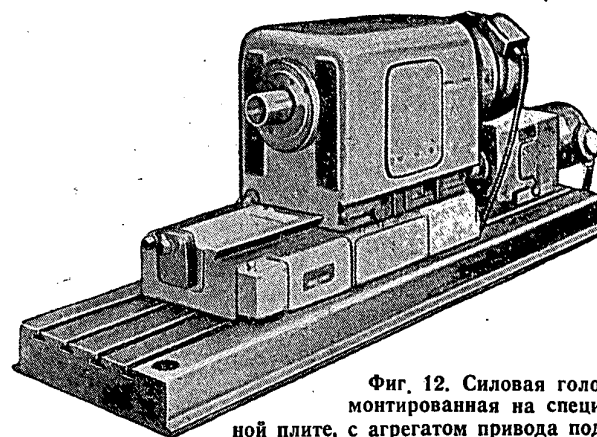
Фиг. 10. Малая силовая головка завода TOS (мод. VI10, VI16, VI25).

регулируемым упорам. На первых двух моделях привод подачи шпинделя осуществляется от электродвигателя головки через сменные зубчатые колеса и плоский кулачок, на мод. VI25 — также от электродвигателя головки через две пары зубчатых колес, из которых одна сменная, и ходовой винт.



Фиг. 11. Силовая головка среднего размера завода TOS (мод. VI40 и VI63).

На фиг. 11 представлена силовая головка среднего размера с подвижным корпусом мод. VI40 и VI63. Привод подачи у этих моделей осуществляется от ходового винта, монтируемого вместе с электроаппаратурой управления циклом работы в специальной плите, по направляющим которой перемещается



Фиг. 12. Силовая головка, монтированная на специальной плите, с агрегатом привода подачи.

головка (фиг. 12). Ходовой винт вращается от отдельного агрегата привода подачи (фиг. 13), который устанавливается сзади или сбоку головки.

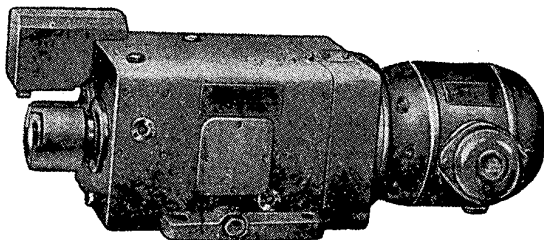
Агрегат обеспечивает выполнение автоматического цикла работы головки, осуществляемого от регулируемых упоров,

Таблица 3

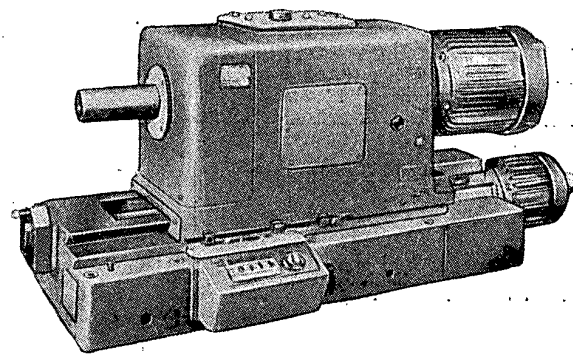
Технические характеристики силовых головок завода TOS

Характеристики	Модель VI					
	10	16	25	40	63	100
Максимальный диаметр сверла (по мягкой стали) в мм	10	16	25	40	63	100
Число оборотов шпинделя в минуту	225—4000	100—3000	70—2000	45—1000	35—1000	11—1000
Рабочая подача шпинделя в мм	На 1 оборот шпинделя		За 1 мин.		На 1 оборот шпинделя	
	0,03—1	0,05—1,6	0,04—1,5	16—1000	0,025—3,5	
Ход шпинделя в мм	80	100	160	420	530	330—540
Максимальное осевое усилие в кг	200	400	800	1500	2800	880
Мощность электродвигателя привода подачи в кВт	—	—	—	1,1	1,1	2,2
Вес головки с электродвигателем в кг	100	140	250	450	650	1200—1260—1360
Мощность электродвигателя шпинделя в кВт	1,0	2,0	3,0	4,0	7,5	9—12
Габаритные размеры головки (длина × ширина × высота) в мм	826×200×280	1025×220×352	1240×270×395	1700×390×500	2198×470×600	(2000—2550)×670×875

Примечание. Габаритные размеры головок VI40 и VI63 указаны с учетом специальной плиты и агрегата привода подачи, установленного вдоль головки у ее заднего торца.



Фиг. 13. Агрегат привода подачи силовых головок.



Фиг. 14. Мощная силовая головка завода TOS (мод. VI100).

располагаемых сбоку на корпусе головки, и имеет редуктор с электрогидравлическим управлением и фланцевый электродвигатель.

Мощная силовая головка с подвижным корпусом мод. VI100 (фиг. 14) имеет привод подачи от ходового винта и отдельный электродвигатель для ускоренных ходов. На всех шести моделях изменение числа оборотов шпинделя достигается сменой зубчатых колес.

В табл. 3 и 4 даются технические характеристики головок и агрегатов привода подачи.

Таблица 4

Технические характеристики агрегатов привода подачи силовых головок завода TOS

Характеристики	Модель	
	PI1	PI2
Максимальный крутящий момент для рабочей подачи в кгм	5,5	12,3
Максимальный крутящий момент для ускоренной подачи в кгм	1,9	4,6
Скорость вращения для ускоренной подачи в об/мин	344	340—250—170
Мощность электродвигателя в кВт	1,1	1,1
Вес агрегата с электродвигателем в кг	63	95
Габаритные размеры (длина × ширина × высота) в мм	640×275×200	804×374×220

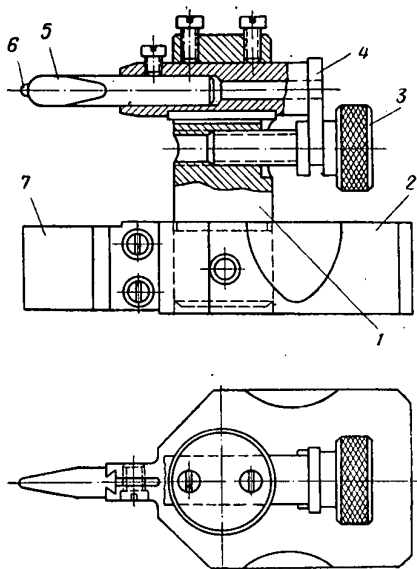
С. Н. Лобанов

Источники: Каталог завода TOS Чехословацкой Народной Республики—Агрегатные станки; каталог фирмы Ex-Cell-O бюллетень 45352; «Aircraft Production», 1957, № 1; «Konstruktion», 1956, № 5; «Machinery» (L.), 1956, № 2295 и 2296; 1957, № 3304.

Профилирование шлифовальных кругов на магнитной плите по копиру

Из опыта заводов Чехословакии

При изготовлении оснастки и измерительного инструмента часто приходится обрабатывать парные детали одинакового профиля (например, шаблоны и контршаблоны). Для вырубки их из тонкого листового материала необходимо правильно изготовить пуансоны и матрицы. Избежать заусениц на штампуемых деталях удается только при равномерном по всему контуру зазоре между пуансоном и матрицей. Получить его опилкой трудно даже высококвалифицированному слесарю.



Фиг. 1. Приспособление для профилирования шлифовального круга по копиру.

1—стойка; 2—корпус; 3—винт; 4—скалка; 5—алмазодержатель; 6—алмаз; 7—копирующий палец.

Кроме того, деформации, возникающие при термической обработке, часто искажают зазор. Поэтому закаленные матрицы приходится доводить до окончательных размеров шлифованием на станке.

Обработка профилей шаблонов также связана с большими трудностями. Ручная доводка профиля с применением выработок ведет к повышению стоимости контршаблонов. Менее трудоемким и более производительным методом является шлифование. Профиль разъемных матриц и контршаблонов можно шлифовать на магнитной плите плоскошлифовального станка, а фасонные отверстия неразъемных матриц — на координатно-шлифовальном станке профилированным широким кругом. При этом профиль сопряженной детали аналогичен профилю шлифовального круга, и эта деталь используется в качестве копира, по которому перемещается копирующий палец приспособления для правки.

На фиг. 1 показано приспособление для профилирования шлифовальных кругов по копиру (шаблону), которое по удобству и простоте превосходит другие приспособления такого же назначения (например, сложные и громоздкие гидравлические приспособления).

Приспособление состоит из корпуса 2, в котором винтами затягивается копирующий палец 7, и стойки 1 с помещенной в ней скалкой 4. В скалке находится алмазодержатель 5 с впаиваемым в него алмазом 6, перемещаемый в осевом направлении винтом 3. Копирующий палец 7 движется по копиру,

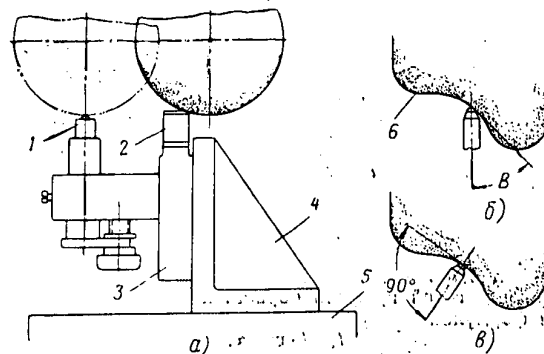
профиль которого алмазом переносится на шлифовальный круг. Форма копирующего пальца должна быть идентична форме алмаза; одноименные точки профиля копирующего пальца и режущей кромки алмаза должны лежать на одной прямой, перпендикулярной основанию приспособления. Для этого палец устанавливают так, чтобы он выступал за пределы перпендикуляра, опущенного из острия алмаза на основание корпуса приспособления.

При профилировании шлифовального круга установочная плоскость корпуса приспособления должна располагаться параллельно основанию шаблона; во избежание искажения профиля шлифовального круга править его следует по оси, параллельной плоскостям магнитной плиты или стола плоскошлифовального станка. При соблюдении указанных условий профиль копира будет точно перенесен на шлифовальный круг.

Схемы профилирования шлифовального круга показаны на фиг. 2 (а, б, в). На магнитную плиту 5 станка устанавливают угольник 4, на котором закрепляют приспособление для правки 3. Затем, при перемещении шлифовального круга в вертикальном направлении, на него переносится форма режущей кромки алмаза. В этом положении делается пометка на лимбе маховика вертикальной подачи круга. После этого алмаз отводится винтом и постепенным перемещением шлифовальной бабки станка до отмеченного деления на копирующий палец переносится профиль алмаза.

Для получения высокой чистоты поверхности копирующего пальца 2 последние проходы выполняют с подачей шлифовального круга 0,01—0,02 мм.

Для шлифовальных кругов диаметром до 125 мм высотой приспособления (см. фиг. 1) рекомендуется принимать равной 75 мм, а для кругов диаметром до 200 мм — 100 мм. Размеры основания: (60—70) × (65—75) мм. Приспособления, изготовленные по приведенным размерам, будут достаточно жесткими; вибрации при профилировании шлифовальных кругов окажутся



Фиг. 2. Схемы профилирования шлифовальных кругов.

а—профилирование копирующим пальцем; б и в—профилирование алмазом.

1—державка с алмазом; 2—копирующий палец; 3—приспособление для правки; 4—угольник; 5—магнитная плита; 6—шлифовальный круг.

незначительными и не приведут к выкрашиванию алмаза или к ухудшению направляемой поверхности.

Профилирование шлифовального круга следует разбивать на два этапа: черновое и чистовое. При черновом используют боковые стороны алмаза, и копирующий палец устанавливается под острым углом к профилю (см. фиг. 2, б); при чистовом копирующий палец располагают под прямым углом к профилю (см. фиг. 2, в).

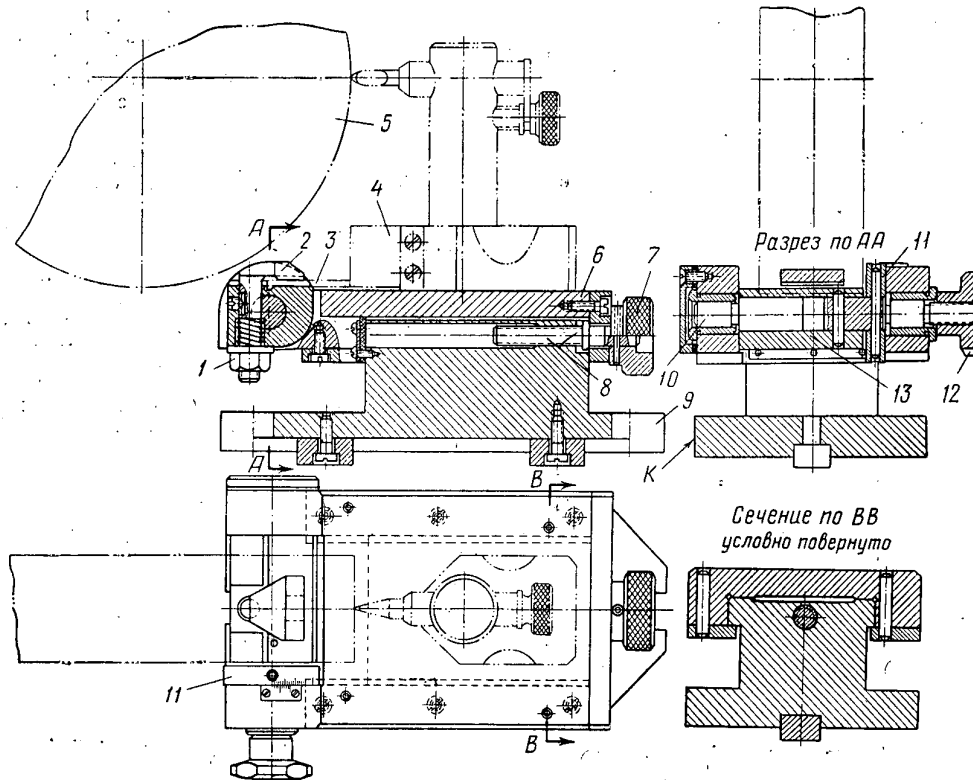
Приспособление, показанное на фиг. 3, служит для закрепления копира и установки описанного выше устройства для профилирования круга. Его устанавливают, либо непосредственно на столе плоскошлифовального станка, либо на магнитной плите.

Кроме того, приспособление позволяет править круг для шлифования профиля фасонных резцов. Как известно, профиль фасонного резца отличается от профиля обрабатываемой детали, так как имеет задний угол. При переднем угле резца $\gamma = 0^\circ$ профиль его передней поверхности аналогичен профилю

Приспособление для профилирования шлифовального круга (см. фиг. 1) устанавливают на плите 6 с таким расчетом, чтобы копирующий палец 4 упирался в шаблон 3. Подача алмаза на шлифовальный круг осуществляется поворотом барабана 7, закрепленного на ходовом винте 8.

Схема установки приспособления для профилирования шлифовального круга, шаблона-копира и шлифуемого резца показана на фиг. 5.

Фасонные резцы, применяемые на строгальных и долбежных станках, имеют положительный передний угол γ (см. фиг. 4,б).



Фиг. 3. Приспособление для установки копира (шаблона) и приспособления для профилирования шлифовального круга.

1—гайка; 2—прихват; 3—шаблон; 4—копирующий палец; 5—шлифовальный круг; 6—плита; 7—барабан; 8—ходовой винт; 9, 10—валики; 11—кольцо; 12—гайка; 13—качалка.

обрабатываемой детали; поэтому при изготовлении наиболее важен профиль в сечении, перпендикулярном задней поверхности (фиг. 4,а и б). Зависимость между высотой профиля резца t_1 и высотой профиля обрабатываемой детали t выражается формулой

$$t_1 = t \cdot \cos \alpha.$$

Следовательно, при изготовлении и проверке фасонных резцов нельзя применять шаблоны, которыми контролируют обрабатываемые детали. В этом случае производят расчет профиля резца; на его основании изготавливают шаблон, который и служит копиром при шлифовании профиля на копировально-шлифовальных станках.

Для шлифования фасонного резца, показанного на фиг. 4,а, шлифовальный круг следует профилировать по шаблону (с таким же, как у детали, профилем), наклоненному на угол α . В этом случае на шлифовальный круг будет перенесена проекция профиля обрабатываемой детали, которая и представляет собой профиль резца в сечении, перпендикулярном задней грани.

Шаблон 3 закрепляется прихватом 2 на качалке 13 поворотной части приспособления, показанного на фиг. 3. Поворотом гайки 12 (разрез по AA) валик 10 освобождается и по шкале кольца 11 поворачивается на угол α . В этом положении валик 10 стопорится поворотом гайки 12.

При профилировании шлифовального круга для обработки таких резцов шаблон-копир устанавливают на приспособлении не под углом α , а под углом λ , который определяется следующим образом.

На основании схемы шлифования (см. фиг. 5) можно написать

$$\cos \lambda = \frac{t_2}{t},$$

где t_2 — высота профиля резца в сечении, перпендикулярном задней поверхности;

t — высота профиля изделия.

Из соответствующих прямоугольных треугольников (см. фиг. 4) зависимость между величинами t и t_1 , а также между t_2 и t_1 , выражается формулами:

$$t = t_1 \cos \gamma; \quad t_2 = t_1 \cos (\alpha + \gamma).$$

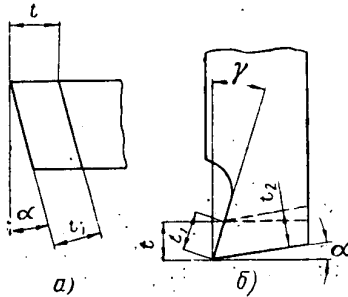
Следовательно,

$$\cos \lambda = \frac{\cos (\alpha + \gamma)}{\cos \gamma}.$$

В том случае, когда ширина профиля детали такова, что невозможно подобрать шлифовальный круг соответствующей ширины, поступают так. На удлиненную оправку насаживают

несколько шлифовальных кругов и стягивают их обычными фланцами. Для более прочного их соединения на ряде заводов Чехословакии применяют специальный порошок. Торцы кругов покрывают слоем этого порошка толщиной 2 мм и нагревают до 120° С. После расплавления его круги сжимают и для более равномерного распределения замазки поворачивают относительно друг друга. Если сборный шлифовальный круг очень широк, второй конец оправки следует укрепить с помощью кронштейна.

Приведенный способ шлифования на магнитной плите плоскошлифовального станка разъемных матриц, контршаблонов, фасонных резцов (для долбления, строгания, точения и затылования) и других фасонных деталей делает ненужным вспомо-

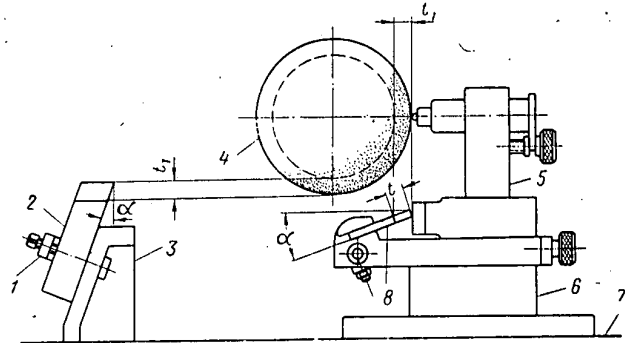


Фиг. 4. Фасонные резцы.

а — с передним углом, равным 0°;
б — с положительным передним углом.

мательные шаблоны и выработки, а также исключает утомительные и сложные расчеты профилей. Применяемая же в этом случае оснастка дешева и доступна для изготовления на любом заводе.

Описанный способ обработки фасонных деталей точен; производитель и значительно облегчает шлифование профилей. При хорошо отлаженном плоскошлифовальном станке точность



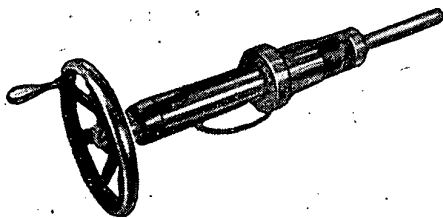
Фиг. 5. Схема установки шаблона-копира, приспособления для профилирования шлифовального круга и шлифуемого резца.

1 — прихват; 2 — шлифуемый фасонный резец; 3 — угольник; 4 — шлифовальный круг; 5 — приспособление для профилирования; 6 — приспособление для закрепления и установки копира; 7 — магнитная плита; 8 — шаблон-копир.

изготовления фасонных деталей зависит в основном от точности профилирования круга, которая определяется степенью износа алмаза и точностью его установки относительно оси шпинделя станка. Обычно погрешности при профилировании кругов приведенным способом не превышают 0,005 мм.

Б. М. Малкин

Магнестрикционное устройство для подачи шлифовального круга на бесцентрово-шлифовальном станке



Магнестрикционное устройство для подачи шлифовального круга с шагом от 0,13 до 2,5 мк.

При работе на бесцентрово-шлифовальных станках осуществление точной подачи представляет определенную трудность. Известно, что при плоских направляющих в момент, когда покоящееся на них тело приводится в движение, сила трения изменяется скачкообразно, поэтому, при возвратно-поступательном движении точность установки менее 0,01 мм недостижима.

При непрерывном шлифовании на бесцентрово-шлифовальном станке расстояние между шлифовальным и подающим кругами устанавливается при первоначальной настройке на размер. Поэтому по мере износа шлифовального круга необходимо производить поднастройку, чтобы вновь получить размер в заданном поле допуска. Приходится передвигать на несколько микрон шлифовальные салазки весом до нескольких тонн.

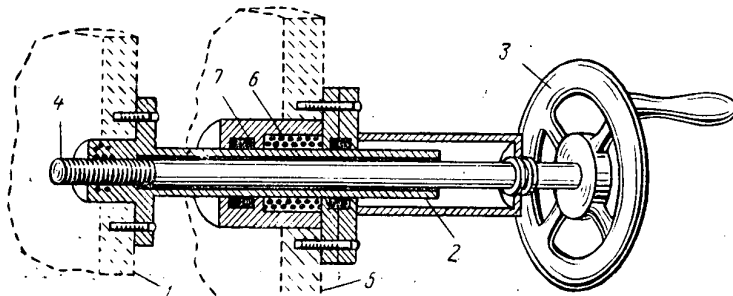
Для преодоления трения нужна большая сила, чем для нормального движения; поэтому величина перемещения обычно превосходит требуемую. Чтобы избежать это, было сконструировано специальное магнестрикционное приспособление (см. фигуру в начале статьи) для установки шлифовального круга на размер.

Магнестрикция является особенностью ряда металлов (железа, кобальта, никеля и некоторых их сплавов). Если стержень из такого металла поместить в магнитное поле, то длина его несколько меняется. Так, например, стержень из никеля изменяет длину в отношении $\Delta l: l = 40 \cdot 10^{-6}$, а из сплава 80% Fe + 20% Co — $\Delta l: l = 75 \cdot 10^{-6}$. В зависимости от определенных факторов стержень в магнитном поле будет либо удлиняться, либо укорачиваться. Это явление можно сравнить с тепловым расширением. Однако магнестрикционный эффект проявляется мгновенно, в то время как для нагрева требуется определенное время.

На фиг. 1 приспособление показано в разрезе. К шлифовальным салазкам 1 жестко прикреплен полый никелевый установочный шпиндель 2. Соосно с ним закреплен сплошной шпиндель 3. С помощью последнего вращением маховика 3 производится трубная установка. Винт 4 с шариковой резьбой преобразует вращательное движение в поступательное. В массивном корпусе станка в специальной втулке помещается катушка 6 вибратора, которая с обеих сторон ограничена гидравлическими подшипниками 7. Если в последние подается давление, то стенки втулки подшипника прижимаются к шпинделю, и таким образом полый и сплошной шпиндели как бы представляют собой одно целое.

На фиг. 2 схематично представлен процесс подналадки станка. На первом этапе подшипник *A*, расположенный ближе к маховику, разжимается, а подшипник *B* (со стороны салазок) остается закрепленным. На втором этапе катушка получает ток, возникает магнитное поле и никелевый стержень сжимается. На третьем этапе, подшипник *B* по-прежнему за-

Интегратор учитывает все факторы, могущие повлиять на результат обработки: износ шлифовального круга, температурные изменения, рассеивание размеров на предварительной



Фиг. 1. Разрез устройства, показанного на фигуре в начале статьи.

1—шлифовальные салазки; 2—полый установочный шпиндель; 3—маховик для грубой настройки сплошного шпинделя; 4—винт с шариковой резьбой; 5—станина станка (неподвижная); 6—катушка; 7—подшипник с гидравлическим зажимом.

креплен, а подшипник *A* вновь сжимается. На четвертом этапе подшипник *B* разжимается, после чего с зажимов катушки снимается напряжение. На пятом этапе магнитное поле исчезает, стержень приобретает первоначальную длину и происходит установочное движение подачи. На шестом этапе подшипник *B* сжимается, с подшипника *A* снимается давление и приспособление снова готово к повторному циклу.

С помощью описанного устройства можно осуществлять подачу рабочего круга с точностью от 0,13 до 2,5 мк в обоих направлениях (причем точность повторного возвращения салазок в исходное положение $\pm 0,13$ мк).

Если нужно выполнить подналадку станка, то для этого на шкале устройства устанавливают направление и величину суммарной подачи. В зависимости от величины подачи на устройство более или менее длительное время будет воздействовать ток.

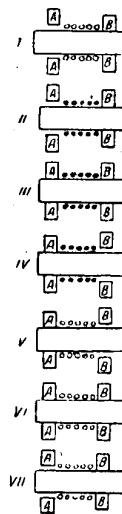
Для того чтобы избежать влияния люфтов на точность установки, настройку следует вести в одном направлении.

Описанное устройство особенно удобно в качестве одного из элементов автоматической поднастройки станка, связанного с прибором, контролирующим размер обрабатываемой детали с точностью до 0,25 мк.

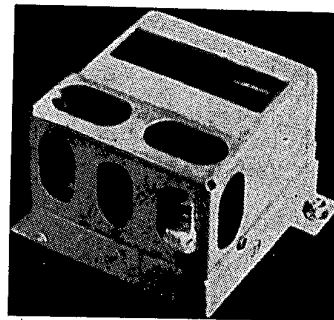
Так как при таких малых отклонениях интегратор не будет находиться в состоянии покоя, команда на подрегулировку подается лишь тогда, когда величина отклонения размеров доходит до установленного заранее предела; результаты отдельных измерений передаются интегратору (фиг. 3), который после обработки и определения средней величины этих статистических данных дает команду магнитоэлектрическому устройству.

Фиг. 2. Этапы процесса подачи с помощью магнитоэлектрического устройства.

I—начало настройки: подшипник *A* разжат, подшипник *B* зажат; тока в катушке нет; II—шпиндель сжимается: подшипник *A* разжат; *B*—зажат, катушка получает ток; III—зажим шпинделя: подшипник *A* зажат, *B*—зажат; катушка под током; IV—подготовка подачи: подшипник *A* зажат, *B*—разжат; катушка под током; V—подача: подшипник *A* зажат, *B*—разжат, тока в катушке нет; VI—рабочее положение: подшипник *A* зажат, *B*—зажат; тока в катушке нет; VII—исходное положение для подачи, аналогичное этапу I.



обработке и т. п. Поэтому отпадает надобность в предварительном прогреве станка на холостых ходах и благодаря точной настройке можно шлифовать детали с большой точностью



Фиг. 3. Интегратор для подналадки станка.

Компактность магнитоэлектрического устройства позволяет рекомендовать его для применения и на других типах шлифовальных станков.

Я. Л.

Источник: «Werkstatt und Betrieb», 1957, № 3, S. 171.

Хроника

Гражданский самолет Boeing-707

Заводом фирмы Boeing в Рентоне выпущен 28 октября 1957 г. первый в США гражданский самолет Boeing-707 «Jet Stratoliner» (фиг. 1).

В настоящее время ведутся наземные испытания и устанавливается измерительное оборудование для летных испытаний. Следующая стадия — это заводские летные испытания, за которыми последуют испытания на получение удостоверения

о годности к эксплуатации. Предварители фирмы сообщили, что в скором времени будут закончены еще несколько самолетов Boeing-707.

Первый полет самолета было намечено осуществить до конца 1957 г. После окончания испытаний, в конце 1958 г., первый самолет должен быть передан компании Pan-American World Airways, которая заказала 93 самолета Boeing-707.

Таблица
Модификации самолета Boeing-707

Основные показатели	707—120	707—220	707—320	707—420
Размах крыла в м	39,9	39,9	43,4	43,4
Размах оперения в м	12,1	12,1	13,9	13,9
Длина самолета в м	44,0	44,0	45,6	45,6
Высота в м	11,8	11,8	11,9	11,9
База в м	15,9	15,9	19,1	19,1
Колея в м	6,7	6,7	6,7	6,7
Фюзеляж				
Длина в м	42,3	42,3	44,3	44,3
Максимальная ширина в м	3,8	3,8	3,8	3,8
Максимальная высота в м	4,3	4,3	4,3	4,3
Количество мест:				
первого класса	124	124	131	131
для туристов	150	150	162	162
Грузовое помещение				
Объем передней кабины в м ³	19,8	19,8	22,7	22,7
Объем задней кабины в м ³	25,5	25,5	25,5	25,5
Вес и характеристики				
Максимальный взлетный вес в кг	112000	112000	134000	134000
Максимальный посадочный вес в кг	79000	79000	88000	88000
Максимальная коммерческая нагрузка в кг	19400	19000	18000	18000
Максимальный запас топлива в кг	51000	51000	65500	67500
Крейсерская скорость в км/час	950	972	972	956
Двигатели	4ТРДРВ JT3C-4	4ТРДРВ JT4A-3	4ТРДРВ JT4A-3	4ТРД Rolls— Royce "Cop- way" Mk. 505

Кроме того, в настоящее время имеются заказы на 151 самолет от американских и зарубежных компаний авиалиний.

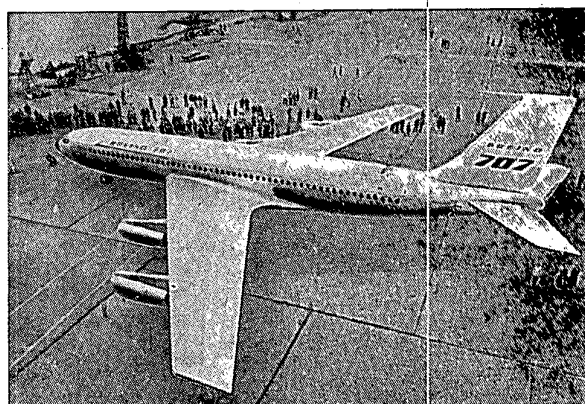
В основном самолет Boeing-707 характеризуется следующими отличительными чертами.

Крыло двухлонжеронной конструкции имеет носовую часть профиля небольшой кривизны с относительной толщиной около 9%. Угол стреловидности по линии четвертей хорд составляет 35°, скорость, максимально допустимая в пологом пикировании, — 0,94М. Вдоль задней кромки крыла расположены четыре элерона, четыре двухщелевых закрылка, два простых закрылка и четыре интерцептора. Весь запас топлива размещается в баках-отсеках в крыле.

Фюзеляж имеет необычайно большое количество окон (98), что не только повышает безопасность пассажиров в случае аварии, но также позволяет легко изменить количество и расположение мест.

Оперение и поверхности управления. Наиболее интересно то, что все поверхности управления имеют только ручной привод (при помощи пружинных сервокомпенсаторов), в связи с чем в гидравлических бустерах нет необходимости. Только горизонтальное оперение (стабилизатор) снабжено электрическим приводом и, кроме того, аварийной системой управления вручную. Двухщелевые закрылки и интерцепторы имеют гидравлическое управление с переключением на ручное в случае аварии.

Шасси — трехколесной схемы. Стойка носового колеса убирается вперед, стойки основного шасси с четырехколесными тележками складываются в стороны к оси самолета и тележки укладываются в отсеки фюзеляжа.



Фиг. 1.

Силовая установка — четыре ТРД Pratt Whitney JT3C-4 и JT4A-3 (гражданские варианты J57 и J75), а также Rolls — Royce «Copway» Mk. 505, в зависимости от модификации самолета.

Основные данные различных модификаций самолета Boeing-707 приводятся в таблице.

Из таблицы видно, что трансконтинентальные и континентальные варианты самолетов имеют разные размеры и двигатели. Различия имеются также в конструкции крыла, емкости топливных баков, количестве мест и объеме грузовых кабин, что, естественно, оказывает влияние на веса и характеристики самолетов.

«Interavia», 1957, № 3848

Летающая лодка «Sea-Mistress»

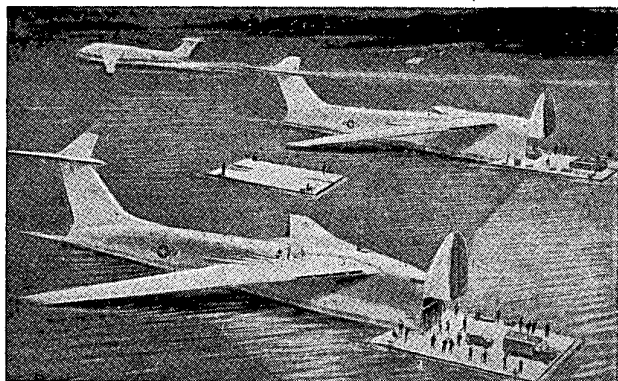
Фирма Martin предложила проект транспортной летающей лодки (фиг. 2) с восемью ТРД. Лодка будет называться «Sea-Mistress» и будет иметь большие размеры, чем заказанная в серии летающая лодка фирмы Martin P6M «Sea-Master». Летающая лодка имеет взлетный вес 90 т, длину фюзеляжа 40,8 м и размах крыла 30,5 м. Взлетный вес лодки «Sea-Mistress» будет составлять 227 т, скорость — 900—1000 км/час.

На первой модификации предполагается установить ТРД Pratt Whitney J-75, на второй — двухконтурные ТРД с тяговыми вентиляторами и на третьей — атомные двигатели; для всех трех модификаций будет использоваться один и тот же планер.

Осадка корпуса летающей лодки при полной нагрузке будет равна 2,59 м. Лодка сможет садиться на волну высотой 3 м, на снег глубиной 20 см и перевозить атомную пушку — самый крупный образец существующего вооружения.

Производство летающих лодок может быть начато через два года, стоимость серийных образцов будет составлять 5—5,5 млн. долларов, т. е. будет приблизительно равна стоимости самолетов P6M или B-58.

Однако согласно сообщению представителя фирмы, на пути принятия этого предложения имеется ряд препятствий; поэтому фирма пытается привлечь к нему внимание военных и



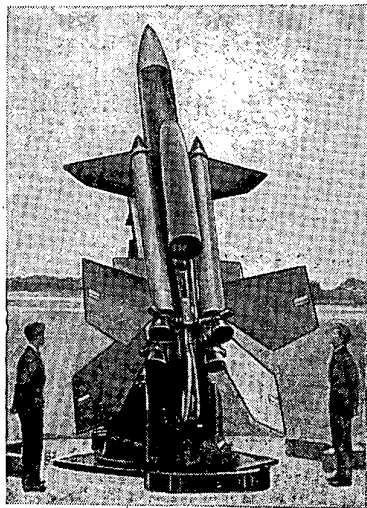
Фиг. 2.

гражданских кругов. Например, указывается, что 10 летающих лодок «Sea-Mistress» смогут заменить 900 транспортных самолетов, используемых для трансокеанских перевозок.

«Aviation Week», 1957, 2/IX; «Aeroplane», 1957, № 2408

Управляемый снаряд «Bloodhound» фирмы Bristol

Силовая установка снаряда (фиг. 3) состоит из двух ПВРД Thon той же фирмы, с тягой по 3600 кг каждый, расположенных сверху и снизу хвостовой части корпуса, и четырех ракетных стартовых ускорителей, работающих на твердом топливе. Ускорители подвешиваются на общей кольцевидной подвеске вокруг корпуса снаряда. При отделении от снаряда связка ускорителей начинает распадаться в стороны от передней точки крепления и оказывается позади снаряда, причем подвеска остается неповрежденной. В носовой части корпуса снаряда находится сканирующая антенна и приемник системы наведения. Большая часть корпуса занята баками с керосином, который подается в ПВРД при помощи насосов, приводимых воздушной турбиной.



Фиг. 3.

В отличие от других английских управляемых снарядов крыло снаряда «Bloodhound» не крестообразное, а одиночное, расположенное горизонтально. Горизонтальное оперение, по-видимому, выполняет функции рулей высоты и элеронов. Снаряд имеет полуактивную систему наведения фирмы Ferranti. Цель облучается с земли радиолокационной установкой и снаряд наводится по отраженному от цели излучению.

Снаряд может достигать скорости 3М.

В настоящее время снаряд выпускается в серии и является стандартным снарядом ПВО ВВС Англии.

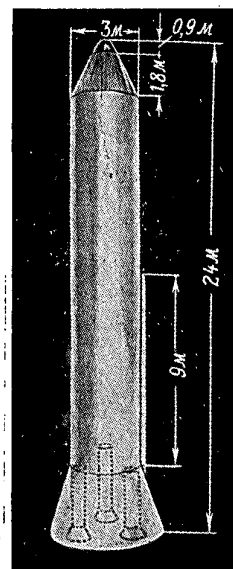
«Flight», 1957, № 2536; «Aviation Week», 1957, 2/IX

Баллистические снаряды «Atlas» и «Titan»

В США разрабатывается два дальних баллистических снаряда: «Atlas» фирмы «Convair» и «Titan» фирмы «Martin». Наиболее продвинулась вперед (как начатая по времени раньше) разработка снаряда «Atlas», опытные образцы которого поступают на испытания. Первый запуск снаряда «Atlas» был проведен в июне 1957 г.; через 22 сек. после старта снаряд был взорван в воздухе офицером безопасности ввиду того, что карданная подвеска двигателя, служащая для отклонения оси двигателя и управления снарядом, функционировала неправильно.

Второй запуск был осуществлен в октябре 1957 г. и также окончился неудачей. На этот раз на снаряде были перепутаны провода телеметрической установки, и она указывала неправильное направление полета снаряда. Поэтому офицер безопасности взорвал и этот снаряд в полете, так как по указанию наземной телеметрической станции он направлялся к континенту.

В печати опубликована схема этого снаряда (фиг. 4), на которой указаны его приближенные размеры. Из схемы видно, что снаряд имеет гофрированный носовой конус с тупым носком, который производится фирмой General Electric. Силовая установка снаряда, изготавливаемая фирмой North American, двухступенчатая. На схеме предположительно показано, что первая ступень состоит из трех двигателей.



Фиг. 4.

Система наведения снаряда включает наземную радиолокационную установку и систему управления по радио, изготовляемые фирмой General Electric, и расположена на снаряде в наружном выступе, видимом на схеме справа. Точные данные снаряда «Atlas» неизвестны, но в печати сообщалось, что его скорость в момент выгорания топлива достигает 15М, максимальная высота траектории около 1300 км, максимальная дальность 8000 км.

Завод фирмы Convair выпустил больше десятка этих снарядов для исследовательских целей и ВВС США планируют иметь 40 боевых снарядов «Atlas» в 1959 г.

Снаряд «Titan» поступит на испытания не ранее, чем через год.

«Aviation Week», 1957, 2/IX; «Flight», 1956, № 2498

Аэростат для запуска ракет

Во время испытаний, проведенных недавно в США, аэростат диаметром 61 м, объемом 106000 м³ и весом 680 кг поднял около двух тонн груза на высоту более 31500 м. Эти испытания являлись подготовкой к запуску подобного аэростата с экспериментальной ракетой. Ракета будет пущена на большой высоте.

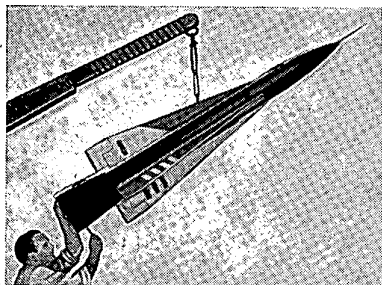
«Interavia», 1957, № 3768

Управляемый снаряд для обороны бомбардировщиков

Корнелльская авиационная лаборатория (США) на базе снаряда класса «земля-воздух» создала управляемый снаряд (фиг. 5) для обороны бомбардировщиков от атакующих их истребителей.

Главной особенностью снаряда является возможность стрельбы им назад относительно направления полета бомбардировщика.

«Popular Mechanics», 1957, № 6

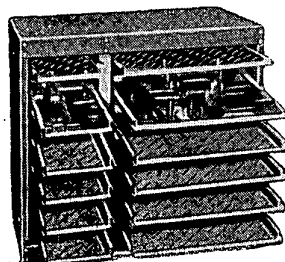


Фиг. 5.

Стеллажи для хранения инструмента

Одна из английских фирм разработала специальные стеллажи для хранения инструмента (фиг. 6).

Стеллажи делают разной ширины и высоты; инструменты помещают на выдвижные полки и окружают стальными штифтами, вставляемыми в локрытые сеткой отверстия на поверхности полок. Штифты практически могут образовать любой



Фиг. 6.

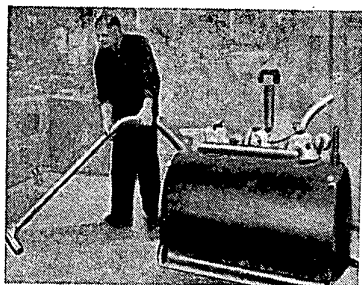
контур. Благодаря им вынутый инструмент всегда легко попадает на свое место. Особо точный инструмент помещают на резиновые подушки. Номер инструмента помечается на передней части полки. Расстояние между полками (50—100 мм) достаточно для размещения инструментов любой высоты.

Применение стеллажей дает экономии площади и предотвращает повреждения инструмента.

«Tooling», 1957, v. 11, № 1

Немецкие промышленные пылесосы

Для уборки цехов, складов и других производственных помещений на заводах ФРГ применяют небольшие, но высокопроизводительные пылесосы. Один из них — с резервуаром емкостью 220 л — показан на фиг. 7. Пылесос засасывает около

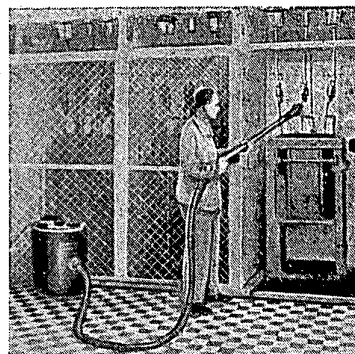


Фиг. 7.

4300 л воздуха в минуту при разрежении 1150 мм вод. ст. Вес его без арматуры — 69 кг, потребляемая мощность — 1125 вт. К пылесосу прилагается несколько мундштуков. Шланги соеди-

няются с пылесосом и мундштуками с помощью уплотнительных колец.

Несмотря на небольшие размеры фильтра площадь фильтрующей поверхности — 11000 см². Резервуар освобождается от пыли через съемные боковые крышки. Пылесос можно легко



Фиг. 8.

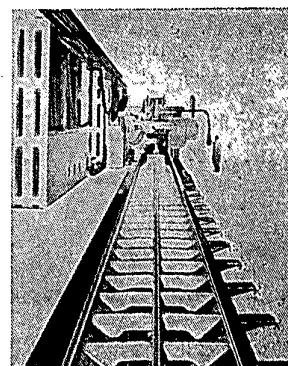
передвигать, так как он снабжен колесами с резиновыми шинами. Передние колеса помещены на поворотных вилках, благодаря чему машина имеет хорошую маневренность.

На фиг. 8 изображен передвижной пылесос другой конструкции, создающий разрежение. Вес его без арматуры 28 кг, потребляемая мощность 750 вт, фильтрующая поверхность 6600 см²; емкость резервуара около 52 л. У всасывающего отверстия пылесоса установлен дефлектор, в котором оседают острые предметы, гравий и т. п., не попадая на поверхность фильтра. Пылесос работает от двух электродвигателей.

«Industriekurier Wochenausg. Techn. und Forsch.», 1956, v. 9, № 21

Новый копировально-фрезерный станок фирмы Onsrud Machine Works

Фирма Onsrud Machine Works выпустила первый из 18 заказанных ей ВВС США копировально-фрезерных станков с электронным управлением, предназначенных для фрезерования полок лонжеронов и подобных деталей длиной до 18 м и шириной до 890 мм.



Фиг. 9.

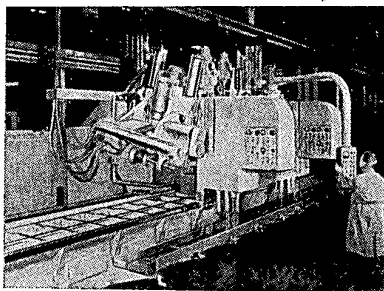
Длина стола станка (фиг. 9) 21,4 м; параллельно ему расположена эстакада, по которой перемещается каретка с четырьмя рабочими шпинделями, приводимыми четырьмя электродвигателями общей мощностью более 320 л. с. (фиг. 10).

Станок снабжен 12 следящими системами управления, что позволяет осуществлять от одного до 12 движений одновременно. Управление положением шпинделей автоматическое. Каж-

дый шпиндель может опускаться, подниматься, наклоняться и перемещаться в поперечном направлении как при вращении, так и при отводе фрезы (например, при глубине резания 25,4 мм и ширине 178 мм).

Это позволяет с помощью универсального инструмента обрабатывать за одну установку очень сложные детали.

В системе управления станком применены сельсинны, выполняющие один оборот на каждые 25,4 мм линейного перемеще-



Фиг. 10.

ния шупов по соответствующим шаблонам, которые могут иметь толщину не более 3 мм. Шаблоны устанавливаются параллельно рабочей поверхности стола, у его основания.

Испытания станка в производственных условиях показали, что точность повторной обработки составляет 0,05 мм при скорости каретки 7,6 м/мин и подаче шпинделя 0,76 м/мин.

«Mechanical Engineering», 1957, № 1

Автоматическая сверлильная головка револьверного типа

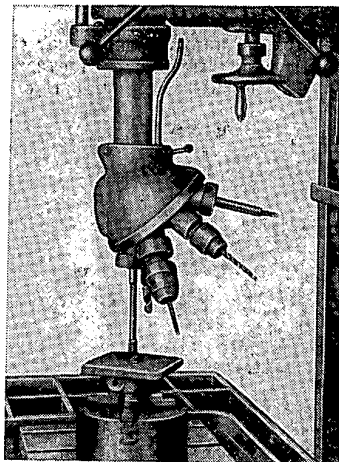
Автоматическую сверлильную головку Arbo (фиг. 11) можно устанавливать на шпинделе любого сверлильного станка, превращая таким образом одношпиндельный станок в многошпиндельный. Это сокращает вспомогательное время, площадь, требуемую для установки станка, и расход энергии.

Головка состоит из чашеобразного литого корпуса, в котором помещается привод и делительный механизм. К корпусу с помощью фланцев прикреплены шпиндельная державка с переходными втулками, в которых укрепляются сменные взаимозаменяемые рабочие шпиндели. Особенностью головки Arbo является то, что на ней могут устанавливаться шпиндельные державки с различным числом переходных втулок (от 2 до 7, в соответствии с числом позиций делительного механизма). Наибольший диаметр отверстия под шпиндель 16 мм. Деление и фиксация могут проводиться автоматически

или вручную (от механического привода) и не требуют затраты физических сил. Фиксатор делительного механизма, входящий в точно отшлифованные отверстия, обеспечивает правильную установку, а фрикционный зажим предотвращает всякое повреждение, которое может возникнуть при неправильной работе, и исключает возможность двойной фиксации.

Каждую позицию можно снабдить независимо регулируемым упором глубины сверления. Сменные рабочие шпиндели либо вращаются с тем же числом оборотов, что и главный шпиндель станка, либо вводится дополнительная зубчатая передача с передаточным числом от 4:1 до 1:4. Так, например, при постоянной скорости главного шпинделя станка 500 об/мин, скорость инструмента на каждой позиции можно установить независимо от других позиций в пределах от 125 до 2000 об/мин. Таким образом, нет необходимости в изменении числа оборотов главного шпинделя во время одного цикла обработки.

Головка снабжена шпинделями для нарезания резьбы метчиком, которые автоматически реверсируются, когда крутящий

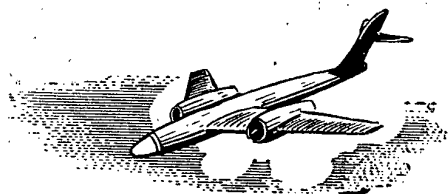


Фиг. 11.

момент на метчике превосходит заданный предел. При нарезании резьбы скорость рабочего шпинделя равна половине скорости главного шпинделя станка, при обратном ходе рабочий шпиндель вращается с той же скоростью, что и главный.

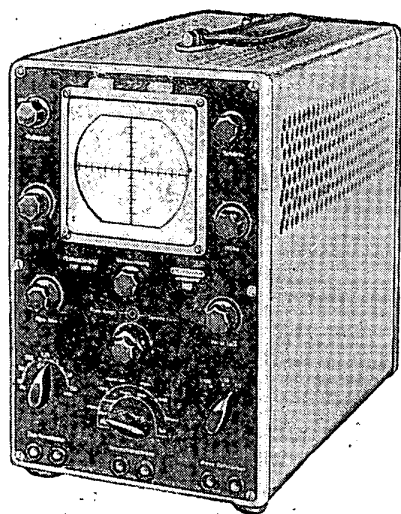
Шпиндели обработаны на конус для соединения цапговыми патронами, прилагаемыми в качестве принадлежности к станку.

«Machinery Lloyd» (Overseas edition), 1957, v. 29, № 1



НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ И КОНФЕРЕНЦИЯХ

Осциллографическая аппаратура на Лейпцигской ярмарке



Телевизионный осциллоскоп типа 6006
фирмы Gartner und Braun.

Весенняя Лейпцигская ярмарка 1957 г. по своим масштабам была наиболее крупной и наиболее интересной из всех проводившихся в этом городе ярмарок. На ней было представлено более 10 тыс. экспонатов из 39 стран Европы, Азии, Африки и Америки; посетило ее более 700 тыс. чел. из 72 стран мира.

В статье приводится обзор осциллографической аппаратуры, экспонировавшейся на выставке.

Малогабаритные осциллографы

Малогабаритный осциллограф OSG-42 (фиг. 1) фирмы Radiometer (Дания, Копенгаген) представляет наибольший интерес, так как в нем небольшие размеры (160×240×X350 мм) и вес (9 кг) сочетаются с хорошими электрическими характеристиками.

Осциллограф имеет трехдюймовую электронно-лучевую трубку типа 3RP₁ чувствительностью 2 мм/в. Несмотря на сравнительно низкое анодное напряжение (650 в), трубка обеспечивает достаточную яркость и хорошую фокусировку.

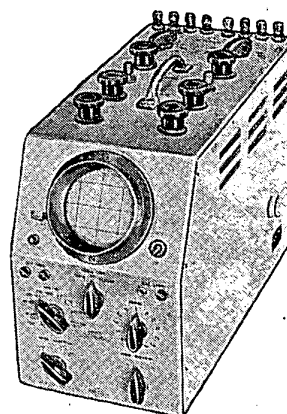
Осциллограф снабжен усилителями вертикального и горизонтального отклонения луча. Прибор имеет развертку двух видов: непрерывную — в диапазоне частот 10 гц÷300 кГц (при подключении внешнего конденсатора развертка может происходить с частотой меньше 10 гц) и ждущую до скорости 10 мм на 1 мксек.

13—АП № 2

Внутренняя синхронизация развертки может осуществляться от исследуемого сигнала, внешняя — от внешнего сигнала. Кроме того, развертка может синхронизироваться от сети переменного тока частотой 50 гц.

В осциллографе предусмотрена возможность измерения амплитуды сигналов путем сравнения исследуемого сигнала с калибрационным, получаемым от внутреннего источника.

Для запуска внешних устройств осциллограф может давать запускающий отрицательный импульс с амплитудой 10 в.



Фиг. 1. Малогабаритный осциллограф OSG-42 фирмы Radiometer.

В прибор входит электронная лупа, позволяющая растягивать развертку в три раза по отношению к диаметру экрана электронно-лучевой трубки. Мощность, потребляемая прибором, составляет 60 ватт.

Универсальные осциллографы

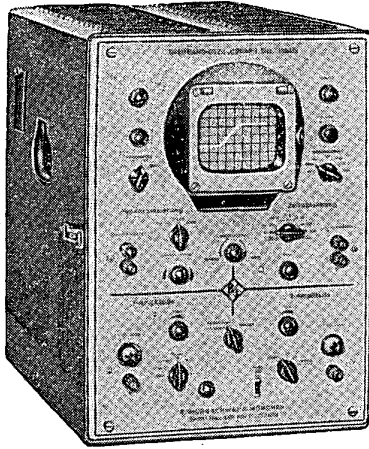
К группе универсальных относятся осциллографы, допускающие рассмотрение как непрерывных периодических, так и импульсных процессов.

Широкополосный осциллограф ОВФ (фиг. 2) фирмы Rohde-Schwarz (ФРГ, Мюнхен) является лабораторным прибором и предназначен для различных измерений в области импульсной и телевизионной техники.

Прибор снабжен электронно-лучевой трубкой DG13-54 с экраном диаметром 130 мм и усилителями вертикального и горизонтального отклонения луча. Чувствительность вертикального усилителя — 400 мм/в, полоса усиливаемых частот 3 гц÷10 мГц при неравномерности частотной характеристики 3 дБ. Чувствительность горизонтального усилителя 100 мм/в. Полоса усиливаемых частот 0÷700 кГц при неравномерности

частотной характеристики на входе усилителя 3 дБ (делитель 1:1 и 1:10, а также плавный делитель 1:10).

Благодаря широкополосности вертикального усилителя осциллограф обеспечивает хорошее воспроизведение коротких импульсов, имеющих длительность переднего фронта 0,06 мксек при этом максимальные выбросы не превосходят 2%. При воспроизведении длинных импульсов завал вершины импульсов не превосходит 2% при меандре частотой 50 гц. Неискаженное отклонение при 10 мксек—70 мм. На входе прибора имеются семиступенчатый аттенуатор, дающий ослабление 1:1, 1:3,



Фиг. 2. Широкополосный осциллограф OBF фирмы Rohde-Schwarz.

1:10, 1:30, 1:100, 1:300, 1:1000, и плавный делитель 1:3,5. Входное сопротивление при непосредственной подаче напряжения на вход усилителя и емкости 35 пф достигает 2 мгом; при подаче напряжения через выносной делитель (1:10) и емкости 8 пф — также 2 мгом.

При емкости 40 пф сопротивление на входе больше 2 мгом. Пределы регулировки развертки от 15 гц до 700 кгц; имеется 7 поддиапазонов и обеспечивается плавное регулирование. Максимальная скорость записи 10 см/мксек. Запуск развертки — периодический или однократный. Однократная развертка запускается импульсом амплитудой от 0,5 в любой полярности. Линия развертки может быть растянута в шесть раз по отношению к диаметру экрана трубки.

В осциллографе предусмотрены следующие виды синхронизации: внутренняя — синхронизация исследуемым сигналом, внешним сигналом с напряжением не меньше 0,5 в до частоты 3 мксек и не меньше 5 в для частот выше 3 мксек, телевизионными сигналами по строкам и кадрам и от сети переменного тока, питающей прибор.

Осциллограф имеет метки времени 0,04; 0,1; 1,10 и 100 мксек, что соответствует частотам 25; 10; 1; 0,1 и 0,01 мксек с погрешностью, не превышающей $\pm 3\%$. Предусмотрена возможность измерения амплитуды исследуемых процессов путем сравнения с прямоугольными импульсами частотой 50 гц и амплитудой 0,1; 1; 10; 100 в $\pm 5\%$.

Размеры прибора 475×370×615 мм, вес 46 кг.

Универсальный осциллограф OSG-41 (фиг. 3) фирмы Radiometer (Копенгаген, Дания) имеет электронно-лучевую трубку с экраном диаметром 130 мм и обладает высокой яркостью и хорошей фокусировкой. Удобен для демонстрации в аудитории. Входные цепи обоих усилителей позволяют рассматривать обычные и симметричные сигналы. Фокусировка на трубе напряжения до 4 кВ позволяет фотографировать быстрые процессы с малой частотой следования.

Усилитель вертикального отклонения луча имеет следующие характеристики. Чувствительность — 2 мм/мв для переменного тока и 0,7 мм/мв для постоянного тока. Полоса усиливаемых частот 0—3 мксек при неравномерности частотной характеристики 6 дБ.

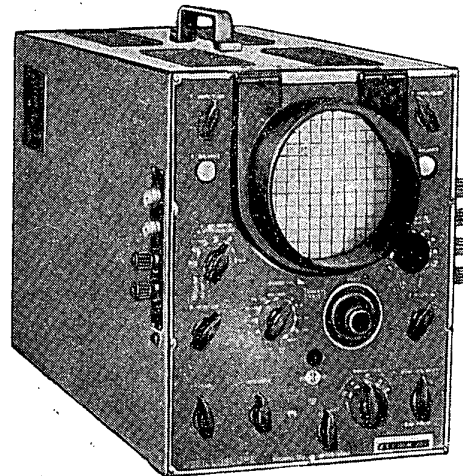
Входной аттенуатор четырехступенчатый, дает ослабления 1:1; 1:10; 1:100 и 1:1000. Регулировка усиления плавная в отношении 1:12.

Вход симметричный при работе с плавным аттенуатором и несимметричный при работе с фиксированным ступенчатым аттенуатором. Входное сопротивление осциллографа при емкости 30 пф — 1 мгом. При применении выносного делителя, дающего дополнительное ослабление сигнала в 20 раз, входное сопротивление прибора увеличивается до 10 мгом, а входная емкость уменьшается до 6 пф.

Усилитель горизонтального отклонения луча имеет следующие характеристики. Чувствительность 0,8 мм/мв для переменного и 0,3 мм/мв для постоянного тока. Полоса усиливаемых частот 800 кгц при неравномерности частотной характеристики 3 дБ и 0—1,4 мксек при неравномерности частотной характеристики 6 дБ.

Входной аттенуатор имеет три фиксированные ступени (1:1, 1:10, 1:100) и плавную регулировку в пределах 1:12.

Осциллограф имеет два вида разверток: непрерывную (от 1 гц до 300 кгц; развертка до 100 кгц калибрована) и ждущую (от однократной до частоты повторения 100 кгц с максимальной скоростью 50 мм/мксек). Развертки могут быть растянуты



Фиг. 3. Универсальный осциллограф OSG-41 фирмы Radiometer.

в три раза по отношению к диаметру экрана электронно-лучевой трубки.

Синхронизация разверток: внутренняя — исследуемым сигналом; внешняя — сигналом любой полярности напряжением от 0,1 в и сигналом от сети переменного тока с плавным регулированием фазы. Напряжение развертки амплитудой 10 в выведено через катодный повторитель на наружные клеммы. Линия развертки может модулироваться по яркости. Для 100% модуляции достаточно напряжения 15 в. Модуляцию можно осуществлять от внешнего источника. Вход для модуляции имеет сопротивление 0,5 мгом при емкости 60 пф.

Мощность, потребляемая прибором, — 175 ватт. Размеры 400×310×570 мм; вес 29 кг.

Кроме того, представляют интерес следующие осциллографы: широкополосный 705-а фирмы Gartman und Braun (ФРГ, Франкфурт-на-Майне); широкополосный КО-221; универсальный OG2-1d VEB Funkwerk Köpenik (ГДР, Берлин).

Двухлучевые осциллографы

Осциллограф EO 2/130 Technisch-physikalische Werkstätten (ГДР, Хальдейм). Диаметр экрана электронной двухлучевой трубки прибора 130 мм. Осциллограф имеет два одинаковых усилителя вертикального отклонения луча (полоса усиливаемых частот от 3 гц до 10 мксек, чувствительность 10 см/мв), а также усилитель горизонтального отклонения луча (полоса усиливаемых частот от 1 гц до 3 мксек, чувствительность 100 см/мв).

Развертка линейная, симметричная на полосу частот от 3 гц до 1 мксек. Запуск развертки периодический, ждущий и однократный. Синхронизация внутренняя (от сети переменного

тока) и внешняя. Размеры прибора $290 \times 370 \times 540$ мм; вес 30 кг.

Двухлучевой осциллограф OG2-3с (фиг. 4) VEB Funkwerk Kōpenik дает возможность одновременно наблюдать два электрических процесса. Он может работать в области низких, а также высоких частот (до 75 мГц, а с усилителем — до 8 мГц). Электронная двухлучевая трубка имеет экран диаметром 140 мм и две независимые отклоняющие системы.

Усилители вертикального отклонения луча состоят из катодного повторителя на входе, пяти каскадов усиления и двухтактного выходного усилителя. Полоса усиливаемых частот $4 \text{ гц} \div 7 \text{ мГц}$ при неравномерности частотной характеристики $\pm 1 \text{ дБ}$ и $3 \text{ гц} \div 8 \text{ мГц}$ при неравномерности частотной характеристики $\pm 3 \text{ дБ}$. Коэффициент усиления до 1000 (максимальный 1500). На входе усилителей имеются фиксированные аттенюаторы на 8 положений, соответствующие усилению 1000, 500, 200, 100, 50, 20, 10, 5. Максимальная чувствительность усилителей 480 мм/в, входное сопротивление 1 мОм при емкости $35 \div 25 \text{ пф}$. Предусмотрена возможность переключения обоих усилителей на усиление по вертикальному отклонению луча на одну из двух отклоняющих систем трубки.

Для обеих отклоняющих систем имеется общий генератор развертки со ступенью усиления синхронизации на входе и фазовращающим каскадом на выходе. Усилитель синхронизации рассчитан на полосу усиливаемых частот до 15 мГц и имеет плавную регулировку усиления.

Синхронизация внутренняя (от сети переменного тока) и внешняя.

Величина измеряемого напряжения определяется по масштабной сетке, расположенной перед экраном трубки в пра-



Фиг. 4. Двухлучевой осциллограф OG2-3с VEB Funkwerk Kōpenik.

дированной в в (эфф). С помощью прибора и калибровочных таблиц, расположенных на передней панели, можно определять временной масштаб развертки при любой установке генератора развертки в сек/см.

Чувствительность электронно-лучевой трубки: по оси X — 0,46 мм/в, по оси Y — 0,48 мм/в. Потребляемая мощность 650 в. Размеры прибора $620 \times 410 \times 620$ мм; вес 95 кг.

Специальные осциллографы

Скоростной осциллограф с однократной разверткой KOG-1 VEB Werk für Fernmeldewesen (ГДР, Берлин). Осциллограф дает возможность наблюдать очень быстрые процессы, максимальная скорость записи достигает 50 000 км/сек.

Управление работой осциллографа может осуществляться автоматически (подаваемым на вход исследуемым сигналом) или оператором. Осциллограф смонтирован на передвижной

стойке. Три выпрямителя, генератор запускающих импульсов и генератор развертки смонтированы в выдвижных отсеках и доступны для осмотра и ремонта. Чувствительность пластин электронно-лучевой трубки по осям X и Y — 0,03 мм/в. На отклоняющие пластины можно подавать напряжение до 2 кВ. Напряжение для запуска генератора импульсов не меньше 100 в. Задержка пуска $6 \cdot 10^{-8}$ сек. Время между двумя запусками — около 1 сек.

Имеются две скорости разверток: быстрая — $8 \cdot 10^{-9}$ сек/см и медленная — $1 \cdot 10^{-6}$ сек/см.

Потребляемая мощность 400 в. Размеры прибора $500 \times 940 \times 1140$ мм; вес 100 кг.

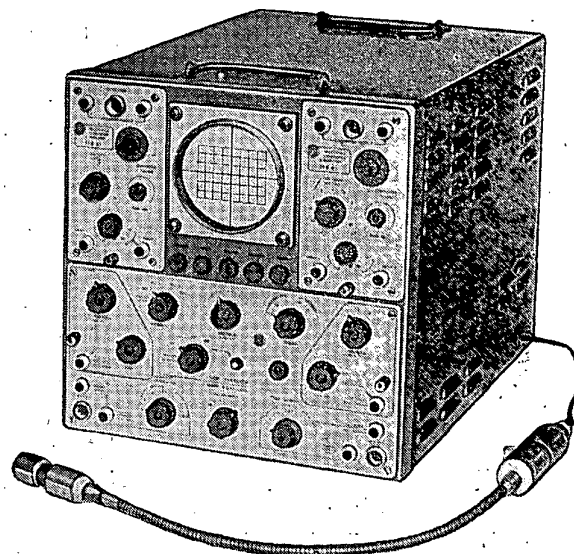
Универсальный индикатор 51В (фиг. 5) фирмы Disaelectronic (Копенгаген, Дания) представляет собой двухлучевой осциллограф со сменными усилителями и преобразователями для измерений и индикации давлений, вибраций, движений, скоростей распространения жидкостей и газов, температур газов и напряжений. Осциллограф предназначен для количественных определений величин в вышеперечисленных случаях. Ускоряющее напряжение для электронно-лучевой трубки и все другие напряжения в приборе стабилизированы с помощью электронного стабилизатора.

В приборе имеется калибровочный генератор, который может применяться как для калибрования вертикального и горизонтального усилителей, так и для временного калибрования оси времени, а также специальный усилитель для модуляции интенсивности свечения.

Электронно-лучевая трубка имеет диаметр 12,5 см (5 дюймов) и две независимые отклоняющие системы типа Dumont.

Телевизионный осциллоскоп типа 6006 (см. фигуру в начале статьи) фирмы Gattman und Braun (ФРГ, Франкфурт-на-Майне). Усилитель горизонтального отклонения имеет полосу усиливаемых частот $20 \text{ гц} \div 5,5 \text{ мГц}$ при неравномерности частотной характеристики $\pm 3 \text{ дБ}$ и чувствительностью $25 \div 70 \text{ мв/см}$ (выбросы $\sim 0,5\%$). Сопротивление входа при емкости 25 пф — 1 мОм.

Развертка $10 \text{ гц} \div 150 \text{ кГц}$ в 6 диапазонах (имеется плавная регулировка); развертка может быть растянута в пять раз по отношению к диаметру экрана трубки. Электронно-лучевая



Фиг. 5. Универсальный индикатор типа 51В фирмы Disaelectronic.

трубка осциллоскопа типа DG 10/54 с зеленым свечением; она имеет съемный тубус и освещенную шкалу; обратный ход развертки затемняется. Максимальное входное напряжение 160 в (эфф). Размеры прибора $195 \times 295 \times 335$ мм; вес 12 кг.

По материалам отчета
о заграничной командировке В. Уфтожанинова

На 1-й Международной конференции по порошковой металлургии

Палатой Техники Германской Демократической Республики была организована в г. Эйзенах 1-я Международная конференция по порошковой металлургии. Ее проведению в ГДР было придано очень большое значение.

Всего на конференции представители СССР, ГДР, ФРГ, Англии, Франции, Польши и Чехословакии сделали 55 докладов по следующим основным вопросам:

- а) теория порошковой металлургии;
- б) производство специальных сплавов;
- в) производство твердых сплавов;
- г) производство железистых порошков и металлокерамических изделий из железного порошка, порошков цветных металлов и сплавов.

Члены советской делегации выступили с докладами на следующие темы: «О некоторых новых вопросах технологии порошковой металлургии в СССР» (В. С. Раковский); «Некоторые вопросы структуры и свойств металлокерамических твердых сплавов» (В. И. Третьяков); «Вопросы жаростойкости металлокерамических материалов» (И. Н. Францевич); «Марганцево-висмутовые магнитотвердые материалы» (А. Б. Альтман); «Биметаллические металлокерамические вкладыши из свинцовой бронзы» (В. В. Саклинский). Все эти доклады вызвали большой интерес и были высоко оценены руководителями конференции и представителями Австрии, ФРГ и других стран.

Доклады других делегаций и ознакомление с работой предприятий порошковой металлургии в ГДР показывают, что в европейских странах придается большое значение этой отрасли промышленности и на нее выделяются значительные средства.

Состояние порошковой металлургии в отдельных странах характеризуется следующими данными.

Австрия. Здесь в г. Реуте создано крупное специализированное предприятие порошковой металлургии, которое выпускает твердые, жаропрочные и металлокерамические сплавы; контакты, магниты, детали из железного порошка, фильтры, нагреватели из силицида молибдена и другую продукцию — всего свыше 1000 т в год. Предприятие оборудовано новейшей аппаратурой, в том числе автоматическими прессами кнопочного управления, различными вакуумными печами, печами с автоматической подачей материалов и выгрузкой готовой продукции, различными мельницами — вибрационными, шаровыми и вихревыми — и т. п. При нем имеется несколько научных лабораторий, проводящих широкие исследования в различных областях порошковой металлургии. Всего на предприятии работает около 1200 чел., в том числе более 100 инженеров и научных работников. Продукция экспортируется в 28 стран.

ФРГ. Наиболее крупными фирмами, занимающимися порошковой металлургией, являются фирмы Sgurp и Zimetag. Первая выпускает в основном металлокерамические твердые сплавы и магнитные изделия, а вторая — металлокерамические изделия из железного порошка.

На заводе порошковой металлургии фирмы Zimetag установлены автоматический пресс этой же фирмы, печи Dauss с автоматической подачей продукции и регулированием температуры, специальные установки для диссоциации и очистки аммиака, а также другое оборудование. До 85% железного порошка здесь получают восстановлением.

Выпуск продукции из металлокерамики непрерывно растет. Так, в 1954 г. он составлял 24 тыс. т, а в 1956 г. — 38 тыс. т (без твердых сплавов).

Кроме указанных фирм, над вопросами порошковой металлургии работают и другие предприятия.

ГДР. В республике имеется два основных предприятия порошковой металлургии: в г. Иммельборне производятся твердые сплавы (до 40 т в год), на металлургическом заводе в г. Талле — изделия из железного и других порошков (до 35 т в месяц).

На предприятии в г. Иммельборне работает около 300 чел., в том числе 40 инженерно-технических работников (включая и

персонал исследовательской группы). Центральная лаборатория предприятия проводит много исследовательских работ; в частности, изучаются магнитные характеристики металлокерамических твердых сплавов в широком интервале температур и свойства металлокерамических контактных материалов.

На заводе в г. Талле занято 180 рабочих, 4 инженера и 2 мастера. Этот завод серийно выпускает пористые подшипники, фрикционные детали, фильтры из бронзовой дробы, контакты, магниты и различные детали машин.

Общий выпуск металлокерамических изделий в ГДР в 1956 г. составил 430 т. В последние годы по решению правительства в г. Дрездене создан институт специальных материалов, в работе которого важную роль играет изучение порошковой металлургии. Институт занимает трехэтажный корпус и имеет большое количество лабораторий, в том числе по различным физическим методам исследования: магнитным, термическим, электроннографическим, электронномикроскопическим и др. Здесь сотрудничает около 170 чел. Продолжительность исследований работ, проводимых в Дрезденском институте, составляет 2,5—3 года; из законченных работ примерно 30—40% внедряется в промышленность в том же году.

Польша. Несмотря на то, что порошковая металлургия для Польши — новая отрасль промышленности, здесь она развивается быстрыми темпами. Организован институт порошковой металлургии, который ведет большую исследовательскую работу. Институт имеет специальные технологические залы и лаборатории, в которых можно вести работы по созданию технологии изготовления различных металлокерамических изделий, пористых подшипников, деталей машин, контактов, магнитов, изделий из тяжелых сплавов, алюминиевого порошка и др. По решению правительства построен большой завод порошковой металлургии, состоящий из нескольких двухэтажных корпусов и трехэтажной лаборатории. На заводе установлены автоматические прессы фирмы Zimetag, печи с автоматическими устройствами для подачи деталей и автоматическим регулированием температуры, вибрационные сита, различные мельницы, вакуумная аппаратура. Это оборудование поступило в Польшу в основном из ФРГ, ГДР, Чехословакии, Англии и частично из США.

Характерно, что в Польше имеется центральная комиссия по порошковой металлургии, в состав которой входят представители института порошковой металлургии, заводов, некоторых исследовательских организаций и правительственных органов. Задачей комиссии является разработка мероприятий по всемерному развитию порошковой металлургии.

Чехословакия. Здесь существует специальный институт порошковой металлургии, который проводит большое количество исследовательских работ. Кроме того, в восьми других институтах имеются специальные крупные лаборатории порошковой металлургии. В пяти высших учебных заведениях работают кафедры порошковой металлургии, выпускающие специалистов в этой области; вузы также ведут научно-исследовательскую работу.

Металлокерамические изделия производятся на восьми машиностроительных заводах, где созданы специализированные цехи, которые выпускают пористые подшипники, контакты, магниты, фильтры, изделия из тяжелого сплава, фрикционные детали машин и приборов.

Ознакомление с состоянием порошковой металлургии в ГДР и других странах позволяет сделать следующие выводы.

1. Научно-исследовательская работа в ГДР и других странах носит в основном прикладной характер и преследует своей целью, главным образом, усовершенствование технологии изготовления различных видов металлокерамических изделий, а также создание новых видов изделий.

2. Теоретический уровень работ по порошковой металлургии в ГДР и других странах, например, в Польше, Чехословакии, Франции, оставляет желать лучшего; многие страны в этом отношении отстали от СССР.

3. Из технологических достижений, которые безусловно следует использовать в СССР, необходимо отметить:

- а) широкое применение вакуумного спекания;
- б) значительное распространение двойного прессования и двойного спекания;
- в) применение физических методов исследования в порошковой металлургии (электронная микроскопия, термический анализ, магнитные методы исследования и др.);
- г) освоение технологии изготовления твердых сплавов, в которых кобальт заменен железо-никелевой связкой;
- д) создание фрикционных материалов на железной основе с большим содержанием графита;
- е) широкое применение железо-медных сплавов;

ж) использование метода шликерного литья, в частности для изготовления сложных по форме нагревателей из сульфида молибдена;

з) введение различных присадок в распыляемые металлы для получения частиц сферической формы;

и) применение в широком масштабе специализированного оборудования — автоматических прессов фирмы Zimetag с кнопочным управлением и трубчатых печей Dauss с автоматической подачей и выгрузкой.

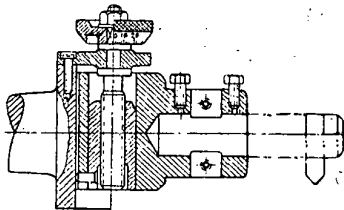
*По материалам технического отчета
о заграничной командировке А. Петрунина*



В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Универсальная оснастка для расточных станков

Обточка и расточка поверхностей деталей под резцы и нарезание наружных и внутренних резьб на расточных станках при помощи летучего суппорта требуют много вспомогательного времени. Применение специаль-



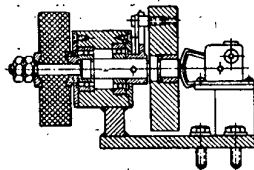
ной шпиндельной оправки с микрометрической подачей резца по нониусу значительно упрощает выполнение этих операций.

По материалам ВПТИ Министерства судостроительной промышленности СССР, «Техническая информация», 1957, № 21.

Полный текст заметки публикуется в сборнике «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, № 1, подготовляемом НИИТ и издаваемом Оборонгизом.

Устройство к кривошипным прессам для учета количества отштампованных деталей

В Научно-исследовательском институте технологии тракторного и сельскохозяйственного машиностроения по предложению Л. Н. Дубровина разработано и внед-



рено устройство к кривошипным прессам для учета количества отштампованных деталей.

Действие этого устройства основано на фиксации потерь кинематической энергии (мгновенного числа оборотов) маховика пресса в момент прессования. Устройство учитывает лишь количество отштампованных деталей и не срабатывает при холостых ходах пресса, не

требует регулирования при смене штампов и удовлетворительно работает в широком диапазоне рабочих нагрузок прессования, удалено от рабочего места и может быть использовано на любых кривошипных прессах и кузнечных машинах.

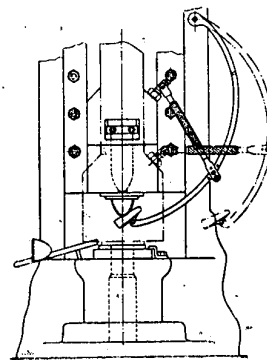
По материалам ЦБТИ Министерства автомобильной промышленности СССР, «Обмен опытом», 1957, № 3.

Полный текст заметки публикуется в сборнике «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, № 1, подготовляемом НИИТ и издаваемом Оборонгизом.

Автоматический сбрасыватель деталей со штампа

При работе на прессе отштампованные детали обычно снимаются вручную.

На Винницком заводе «Автоэлектроаппаратура» изготовлено и внедрено приспособление, позволяющее выполнять эту операцию автоматически рычагом-сбрасыва-



телем, закрепленным на станине. При движении пуансона в обратном направлении отштампованная деталь, находящаяся в пуансоне, подхватывается сбрасывателем и скатывается по лотку в ящик. Детали укладывают в штамп вручную, однако ручки штамповщика при этом в зону штампа не попадают.

По материалам ЦБТИ Министерства автомобильной промышленности СССР, «Обмен опытом», 1957, № 3.

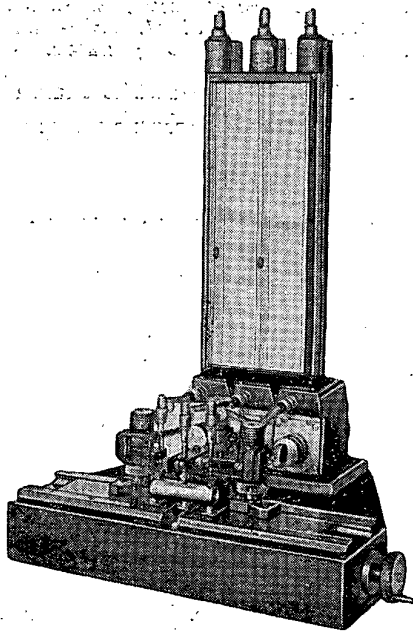
Полный текст заметки публикуется в сборнике «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, № 1, подготовляемом НИИТ и издаваемом Оборонгизом.

И Н Ф О Р М А Ц И Я

В Научно-исследовательском институте технологии и организации производства

Законченные работы Института

Типовые приборы для контроля плунжерных и золотниковых пар. Применяемые на заводах методы и средства контроля плунжерных и золотниковых деталей не всегда удовлетворяют предъявляемым к ним требованиям. Эксплуатация разработанных Институтом для этой цели приборов — ПКП-1 для контроля диаметров плунжеров и оптического прибора для контроля расстояний между отсечными кромками во втулках золотников — показала, что они могут быть усовершенствованы как в отношении повышения точности, так и по производительности. В результате проведенной работы созданы следующие приборы:



Фиг. 1. Пневматический прибор ПКП-2.

1. Пневматический многомерный прибор ПКП-2 (фиг. 1) для контроля диаметров и геометрии плунжеров.

Прибор позволяет контролировать плунжеры диаметром 5—20 мм и длиной 35—85 мм. В качестве измерителей используются пневмоконтактные датчики ДПК-6/1, в качестве отсчетного устройства — ротаметры ППО-9М. Каждый измеритель соединен со своим показывающим прибором — ротаметром, по положению поплавка которого определяется диаметр детали в измеряемом сечении. Деталь контролируется одновременно в трех продольных сечениях. Шкала прибора рассчитана на 50 мк; передаточное отношение равно 5000.

Прибор изготовлен и испытан в цеховых условиях, где он использовался для окончательного контроля и сортировки плунжеров на группы по диаметру. Испытания показали, что максимальная разница величин диаметров деталей, измеренных на приборе ПКП-2 и на оптиметре, составляет 0,5 мк. Показания прибора стабильны, он удобен в работе и дает возможность повысить производительность контроля примерно в три раза.

2. Пневматический прибор ПКП-3 (фиг. 2) для контроля огранки плунжеров и золотников.

Прибор предназначен для проверки плунжеров и золотников диаметром 6—20 мм. В схеме прибора используется принцип отсчета разницы двух одновременно определяемых размеров.

Измерителем служит пневмоконтактный датчик ДПК-6, а отсчетным устройством — ротаметр ППО-9М. Шкала рассчитана на 20 мк, передаточное отношение равно 10 000.

Прибор установлен в БЦК цеха и используется для контроля огранки деталей.

3. Оптический прибор (фиг. 3) для контроля расстояний между отсечными кромками отверстий во втулках.

Прибором можно контролировать расстояния между отсечными кромками отверстий в пределах 7—30 мм во втулках длиной до 80 мм с точностью 0,01 мм, а также давать визуальную оценку качества изготовления кромок. Прибор опробован на опытной партии деталей диаметром 10 мм и показал удовлетворительные результаты. Намечено его усовершенствование с тем, чтобы диапазон диаметров контролируемых втулок довести до 5—12 мм.

Литье крупногабаритных каркасных деталей в оболочковые формы. Трудоемкость изготовления деталей, заготовки которых получаются литьем, может быть значительно уменьшена за счет повышения точности размеров отливок и чистоты их поверхности.

Одним из прогрессивных способов получения точных отливок с высокой частотой поверхности является литье в оболочковые формы. Этот способ в сравнении с другими известными способами литья характеризуется простотой изготовления форм, возможностью широкой механизации и автоматизации, резким снижением расхода формовочных материалов.

В последнее время изучался вопрос об освоении литья в оболочковые формы крупногабаритных каркасных деталей из магниевых сплавов. НИИТ совместно с ВИАМ и заводом провели работу по исследованию целесообразности литья в оболочковые формы таких деталей. В результате была установлена возможность применения оболочковых форм размера 2500×1500 мм.

Сконструирована, изготовлена и освоена установка (фиг. 4) для получения оболочковых полуформ, подобраны формовочные материалы и материалы для защиты металла от окисления при заливке в формы. Разработан технологический процесс приготовления песчано-смоляных смесей, изготовления и сборки форм и литья заготовок типовой крупногабаритной детали. Созданное оборудование и технологический процесс

позволяют освоить серийное производство ряда крупногабаритных каркасных деталей.

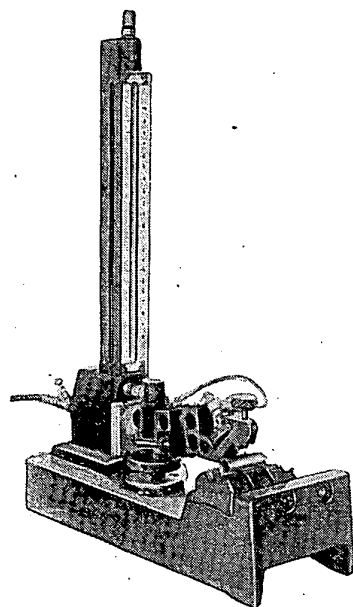
С переходом на применение литья в оболочковые формы для изготовления крупногабаритных каркасных деталей самолетов улучшается качество отливок, повышаются чистота поверхностей и точность размеров. В связи с этим уменьшается объем последующей доработки заготовок. Процесс производ-

ства в литейных и механических цехах значительно сокращается и упрощается, высвобождаются производственные площади, оборудование и рабочая сила, уменьшаются потребности во вспомогательных материалах (чистые пески), приспособлениях и инструментах.

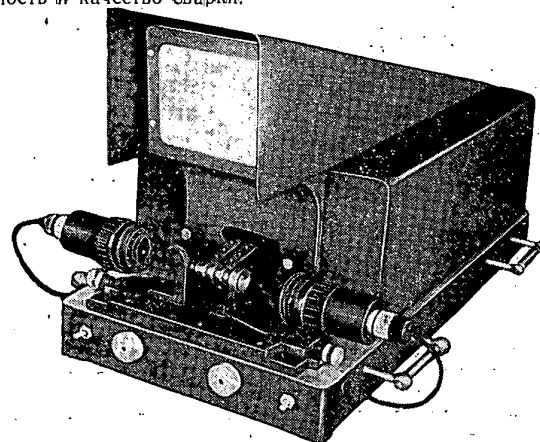
Технико-экономические расчеты показывают, что внедрение разработанного процесса позволяет снизить расходы на основные и вспомогательные материалы и топливо на 50%, трудоемкость изготовления деталей в литейных цехах на 60% и механических цехах на 51%.

Полуавтоматическая дуговая сварка в среде защитных газов криволинейных швов в узлах из конструкционных и нержавеющей сталей. За последние

годы в авиационной и других отраслях промышленности широко внедряются механизированные способы сварки. В авиационных конструкциях есть большое количество коротких и криволинейных швов (у штуцеров, бобышек, фланцев и т. п.), сварку которых трудно механизировать. В таких случаях рационально применять полуавтоматическую сварку, которая отличается маневренностью и позволяет значительно повысить производительность и качество сварки.



Фиг. 2. Пневматический прибор ПКП-3.



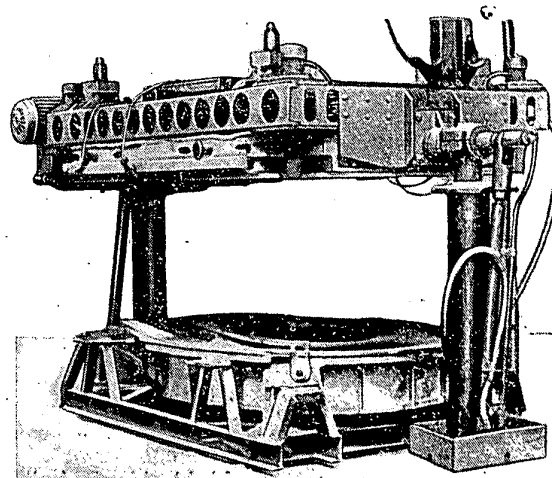
Фиг. 3. Оптический прибор для контроля расстояний между отсечными кромками.

Однако применение полуавтоматической сварки в среде защитных газов было ограничено из-за отсутствия специального источника питания. Стандартные источники тока давали возможность сваривать материалы толщиной 6—8 мм. Использование их для сварки материалов малых толщин было безуспешным.

В 1956 г. в НИАТ был разработан новый источник тока с жесткими и возрастающими вольт-амперными характеристиками, который обеспечивает высокую стабильность и хорошее возбуждение дуги на малых токах. Благодаря новому генератору стало возможным осуществлять полуавтоматическую сварку тонколистовых конструкций.

В развитие предыдущих работ были проведены изыскания, которые включали исследование процесса полуавтоматической сварки, разработку технологических рекомендаций по подготовке соединений под сварку, разработку режимов сварки разных соединений толщиной 1—8 мм из сталей: 1Х18Н9Т, ЭИ654 и 30ХГСА. В результате создана производственная инструкция по полуавтоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов тонколистовых деталей из этих материалов. Инструкция содержит все необходимые данные по технике и технологии сварки.

Рентгеновские, металлографические и механические испытания показали, что разработанная технология обеспечивает высокое качество сварных соединений. Замена ручной сварки



Фиг. 4. Установка для изготовления оболочковых полуформ.

полуавтоматической дуговой сваркой плавящимся электродом позволяет значительно повысить производительность и снизить стоимость сварочных работ.

Опытное приспособление для очистки остекления световых проемов производственных помещений. Содержание в чистоте остекления световых проемов способствует улучшению условий труда, экономии электроэнергии на искусственном освещении и повышению производительности труда. Однако на предприятиях промышленности отсутствуют эффективные и дешевые средства для очистки стекол.

В НИАТ разработан пылесос для сухой очистки стекол в цехах нормалей, механосборочных, инструментальных и трапильных цехах. Он состоит из корпуса, двух щеток, электродвигателя с крыльчатками, рукоятки и пылесборника.

Две крыльчатки, одна из которых служит для обдува электродвигателя холодным воздухом, а вторая — для отсасывания пыли, снимаемой щетками со стекла, установлены на шпинделе электродвигателя мощностью 0,28 кВт и скоростью вращения якоря 15 000 об/мин. Щетки получают вращение от электродвигателя через ременную передачу с передаточным отношением 1:5. Средняя производительность приспособления 300—320 м²/час; вес 2,88 кг. Остекления окон и фонарей производственных помещений очищают с подвесных люлек или платформ.

Испытания опытного образца, проведенные на двух заводах, показали, что он удовлетворяет основным требованиям, однако нуждается в дальнейшем усовершенствовании, главным образом в уменьшении веса.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов

В Научно-техническом совете Института

Президиум научно-технического совета Института на своих заседаниях рассмотрел паспорта на новые авиационные материалы. К испытанию в производственно-эксплуатационных условиях рекомендованы:

1. Нержавеющая стареющая сталь Х15Н9Ю (СН2, ЭИ904):

а) для обшивки и внутреннего набора изделий разового действия при работе в атмосферных условиях и в контакте с топливом с защитой сварных швов от коррозии, для обшивки самолетов с двусторонней защитой сварных швов; б) для различных деталей, не подвергающихся сварке, для сварных деталей с последующей термической обработкой и двусторонней защитой после сварки.

Сталь предназначена для деталей, работающих при температуре до 500°С при кратковременных и не выше 400°С при длительных напряжениях.

2. Износостойкий никелевый сплав В56-1 для деталей трения (гаек), работающих в агрегатах управления самолетом при температурах до 400°С.

3. Разработанный совместно с заводами титановый сплав ОТ4 для деталей самолета, работающих при температурах до 400°С. Из сплава ОТ4 можно изготавливать листы, прутки, профили и другие полуфабрикаты.

4. Металлокерамический уплотнительный материал УМ2 для радиальных зазоров турбин, работающих при температурах до 1200°С.

5. Клей ВК32-200 для склеивания деталей из стали, титана, дуралюмина между собой и с неметаллическими материалами: стеклотекстолитом, пенопластом ФК в процессе вспенивания и др. Клей может работать длительное время (до 300 час.) при 200°С и кратковременно (до 20 час.) при 300°С в пределах допускаемых нагрузок и условий эксплуатации для данных материалов. Рекомендуется также к опробованию в конструкциях в комбинации с клеем ВС10-Т.

6. Грунт АЛГ-14 взамен грунтов АЛГ-1, АЛГ-5, АЛГ-8 и 138А для грунтования и защиты алюминиевых сплавов и черных металлов, работающих в условиях нормальной влажности при температуре до 200°С, а также в условиях повышенной влажности под перхлорвиниловую, масляную и глифталевую системы при температурах, допускаемых для этих систем.

7. Пеноматериал ФК-20-СТ для рефлекторов-отражателей радиолокационных станций, работающих при -60÷+100°С.

8. Клей Кр-5-18 с модификацией Кр-5-18Б для склеивания холодным и горячим способами вулканизированных и невулканизированных нитрильных резин (между собой и с металлами) и стеклотканей (между собой и с металлами), работающих в среде топлив и масел и в атмосферных условиях при -50÷+120°С.

9. Резиноподобный материал ФКС-1 в качестве уплотнительных прокладок и жгутов с температурой эксплуатации -70÷+350°С и для специальных целей.

10. Эмаль Э-5 для защиты от коррозии в атмосферных условиях деталей из магниевых сплавов сухопутных и морских самолетов, работающих при нормальной и повышенной до 200°С температурах (200 час.).

11. Органический триплекс ОТ-2-55 для деталей остекления самолетов опытных конструкций с рабочими температурами -60÷+150°С. Время действия максимальной температуры должно определяться режимом работы самолета и устанавливаться опытным путем для каждой конкретной самолетной конструкции.

12. Припой ПЦАМ-65 на основе цинка с алюминием и медью для ступенчатой пайки деталей типа волноводов из сплавов на основе алюминиевых сплавов АМц, Д16, АМг. Соединения, паянные этим припоем, могут работать только в атмосферных условиях при -70÷+150°С.

13. Теплозвукоизоляционный материал ВТ4С для стенок кабин пассажирских самолетов в условиях работы при -60÷+120°С.

Законченные работы Института

Изготовление тяжелых поковок из сталей 30ХГСНА и ЭИ643, легированных молибденом. Установлено, что добавка 0,3—0,4% молибдена улучшает механические свойства и размер природного зерна сталей 30ХГСНА и ЭИ643. Легирование стали 30ХГСНА молибденом не вызывает необходимости изменять режимы изотермической закалки по сравнению с нелегированной сталью.

Сравнение проб из 50-тонных плавок стали 30ХГСНА с добавкой 0,3—0,4% молибдена с пробами из нелегированных плавок показало, что молибден существенно уменьшает размер зерна стали. Измельчение зерна приводит к увеличению хрупкой прочности стали. Ударная вязкость тяжелых поковок поперек волокна увеличилась в среднем с 4,1 до 5,4 кгм/см², вдоль волокна — с 5,9 до 7,0 кгм/см², поперечное сужение поперек волокна — с 30,8 до 39% и вдоль волокна — с 43,3 до 45%.

На одном из заводов освоена также выплавка стали ЭИ648, содержащей 0,3—0,4% молибдена. Установлено, что тяжелые поковки из стали ЭИ643 с молибденом имеют достаточно высокое качество для изготовления из них ответственных деталей самолетов.

Конструкторам рекомендовано для изготовления тяжелых стальных деталей особо ответственного назначения для опытных машин и машин головной серии применять поковки из стали 30ХГСНА «селект», содержащей 0,3—0,4% молибдена.

Сталь «селект» отличается от обычной стали 30ХГСНА тем, что она выплавляется в электропечах, содержит меньше серы и фосфора, имеет более мелкое зерно и обладает несколько более высокими механическими свойствами.

Все остальные тяжелые поковки следует изготавливать из обычной стали 30ХГСНА, дополнительно легированной 0,3—0,4% молибдена.

Составлены и заключены технические условия на поставку заводом поковок из сталей 30ХГСНА «селект» и ЭИ643, легированных молибденом.

Пенопласт, облицованный стеклотканью. Пенопласт ФК-20-СТ является разновидностью пеноматериалов типа ФК и представляет собой вспененную и отвержденную композицию на основе фенольноформальдегидной смолы и акрилонитрильного каучука, облицованную с поверхности стеклотканью ЭСТБ ($\delta=0,1$ мм). Пенопласт и изделия из него получают путем свободного вспенивания исходной композиции (полуфабрикат шприцованный, вальцованный или в виде порошка) в ограничительных формах или во внутренних объемах изделий при нагреве.

При изготовлении из пенопласта конструктивных деталей рабочую поверхность ограничительных форм выкладывают стеклотканью, которая в процессе вспенивания композиции прочно склеивается с пенопластом и образует внешний упрочняющий слой. Прочность сцепления стеклотканью с пенопластом ФК-20 гарантируется высокими адгезионными свойствами фенольно-каучуковой композиции, а также незначительной толщиной стеклоткани (0,1 мм), которая полностью пропитывается пенопластом в процессе вспенивания. Значения показателей механической прочности, физических и диэлектрических характеристик пенопластов типа ФК находятся в зависимости от их объемного веса.

Пенопласт ФК-20-СТ имеет более высокий, чем другие, показатель объемного веса ($\gamma=0,40—0,45$ г/см³), повышенную жесткость и прочность по сравнению с ФК-40 и ФК-20, а также более высокую по сравнению с ПВХ, ПС и ФК-40 теплоустойчивость. Линейная усадка пенопласта ФК-20-СТ, характеризующая его рабочую температуру, составляет до 1,0% при 125°С за 24 час. (см. таблицу).

Пенопласт ФК-20-СТ предназначен для изготовления самостоятельных конструктивных изделий: отражателей и рефлекторов самолетных и радиолокационных станций и т. п., работающих при температурах до 100°С в течение 100 час. Более

Сравнительная характеристика различных пенопластов

Пено- пласт	ГОСТ или ТУ	Объемный вес в г/см ³	Интервал рабочих температур в °С	Линейная усадка за 24 час. в %				Коэффициент тепло- проводности в ккал/м·час·°С	Ударная вяз- кость в кгсм/см ²		Предел проч- ности при ста- тическом изгибе в кг/см ²		Предел проч- ности при рас- тяжении в кг/см ²		Модуль упру- гости в кг/см ²	
				при температурах в °С					при температурах в °С							
				60	100	125	150		20	100	20	100	20	100	20	100
ПВХ-1	ВТУ 4332-54	0,2	±60	0,7— 1,0	Измерять нель- зя; материал деформируется			0,048	1,5— 1,9	Измерять нельзя; материал деформи- руется	40—45	Измерять нельзя; материал деформи- руется	45,8— 46,2	Измерять нельзя; материал деформи- руется	1560— 2000	Измерять нельзя; материал деформи- руется
ПС-1	ТУ 3202-54	0,2	±60	0,05— 0,3				0,046	1,6— 1,8	65	42,0		1600			
ФК-40	ВТУ М-496-54	0,2	-60 +80	0,2	1,0	—	—	0,053	2,2	1,40	10,1		7,8		—	
ФК-20	ВТУ 652-53	0,2	-60 +120	0,16	0,3	0,64	4,0	0,052	1,10	0,80	33,0		17,5		15,5	
ФК-20-СТ	—	0,43	-60 +100	—	0,41	0,98	0,79	—	7,1	7,4	244,0	160,0	100	75	5830	

длительный срок работы будет установлен в процессе испытаний в производственно-эксплуатационных условиях.

В случае необходимости заполнить пенопластом ФК-20-СТ какую-либо объемную конструкцию внутренние поверхности ее покрывают слоем клея БФ-2. Клей БФ-2 употребляют также при армировании пеноматериала. В зависимости от назначения, наличия облицовочных слоев, конфигурации заполняемого изде-

лия и т. п. пенопласты типа ФК могут быть получены с различным объемным весом ($\gamma = 0,12$ г/см³ и выше).

Президиум научно-технического совета Института утвердил паспорт на пеноматериал ФК-20-СТ и рекомендовал его для испытания в производственно-эксплуатационных условиях в качестве рефлекторов-отражателей радиолокационных станций, работающих в интервале температур $-60 \pm +100^\circ \text{C}$.



Межзаводская школа шлифовщиков

Одной из наиболее действенных форм передачи передового опыта являются межзаводские школы рабочих одной специальности, в которых приемы высокопроизводительной работы изучаются и осваиваются непосредственно на рабочих местах новаторов производства.

На заводе проходили занятия межзаводской школы шлифовщиков. Ниже описывается опыт организации и проведения занятий в этой школе.

Для организации школы на заводе была создана комиссия, в которую вошли работники бюро технической информации, отдела подготовки кадров, представители завкома, НИИТ, ЦК профсоюза. Эта комиссия подготовила программу работы школы, подобрала консультантов и провела всю остальную подготовку. В техническом кабинете завода была организована технологическая выставка приспособлений, приборов, инструмента для шлифовальных работ.

К новаторам-шлифовщикам, опыт которых намечено было изучать, были прикреплены консультанты-технологи тт. Могутин, Алексеев и Вольпина. Они помогли рабочим обобщить накопленный опыт и составили показательные карты, которые были вручены всем слушателям школы. На консультантов возложили обязанность прочитать перед началом демонстрации приемов работы новаторов вступительные лекции.

В работе межзаводской школы приняло участие более 70 новаторов производства — шлифовщиков, технологов и конструкторов заводов нашей промышленности, приехавших из разных городов Союза.

В первый день слушатели осмотрели технологическую выставку в техническом кабинете завода. На стендах были пред-

ставлены обрабатываемые детали, образцы шлифовальных кругов, различные пасты для точной доводки, высокопроизводительные приборы и приспособления для автоматизации процесса шлифования и измерения шлифуемых деталей непосредственно на станке, без его остановки. Затем началось изучение опыта новаторов на их рабочих местах в соответствии с программой, для чего все слушатели были разбиты на четыре группы.

Опыт лучшего шлифовщика А. В. Серова. Старший технолог т. Могутин рассказал о приемах высокопроизводительной работы т. Серова, о внедрении им новых инструментов и приспособлений, организации рабочего места.

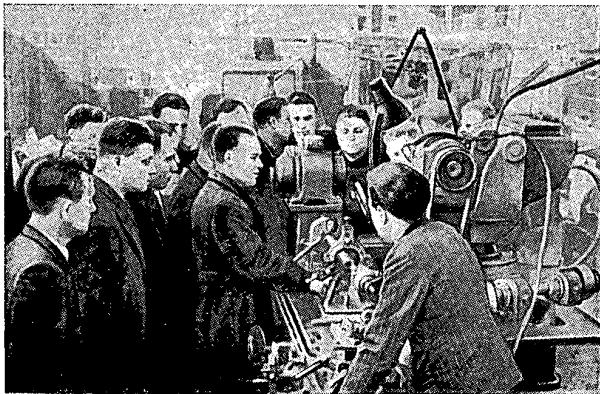
Шлифовщик-новатор т. Серов (фиг. 1) подробно ознакомил слушателей со своей работой, показал, как он использует станок, приспособления и инструмент при шлифовании крупногабаритных деталей в люнете с допусками в пределах 0,01—0,005 мм, при шлифовании тонкостенных деталей на планшайбе, при наружном и внутреннем шлифовании на магнитном патроне и т. д.

Шлифовщик одного из родственных заводов т. Савинов спросил, какой эффект дает применение магнитного патрона. Тов. Серов ответил, что, очевидно, каждый из присутствующих испытывал затруднения при шлифовании тонкостенных деталей. Если такую деталь обрабатывать на обычной планшайбе, то при закреплении почти невозможно избежать деформации. Использование магнитного патрона обеспечивает быстрое и надежное крепление детали, полностью устраняет деформацию и значительно сокращает вспомогательное время на установку и выверку детали.

Слушатель школы т. Гукалов спросил, как т. Серов обрабатывает и измеряет отверстия малых диаметров. Тов. Серов дал обстоятельный ответ и показал применяемые им для этой операции приспособления и инструменты.

Многие записывали шифры используемых и усовершенствованных т. Серовым приборов и приспособлений, чтобы запросить необходимые чертежи и использовать их в своей работе.

Опыт новатора Н. П. Московченко. На рабочем месте новатора производства Н. П. Московченко вступительную лекцию прочел технолог т. Алексеев, подробно рассказавший о методах повышения производительности труда при выполнении лекальных работ. Применение шлифовального станка и ряда оригинальных приспособлений собственной конструкции позволило т. Московченко более чем вдвое увеличить



Фиг. 1. Новатор-шлифовщик А. В. Серов (в центре) знакомит слушателей школы с приемами своей работы.

выпуск сложного инструмента. Пользуясь набором размерных плиток и синусной линейкой своей конструкции, с помощью упорной магнитной призмы лекальщик шлифует шаблоны под любым заданным углом, не прибегая к специальной заправке абразива. Сейчас все лекальщики группы применяют синусную линейку конструкции т. Московченко.

Знатный мастер лекального дела изготовил пять приборов для профильной правки абразивов; при этом он внес ряд упрощений и усовершенствований в их конструкцию.

Тов. Московченко продемонстрировал приемы обработки шаблонов на шлифовальном станке (фиг. 2).

Опыт лучшего шлифовщика М. Ф. Гаркалина. На занятии, которое проходило на рабочем месте шлифовщика М. Ф. Гаркалина, пояснения давала технолог т. Вольпина.

При обработке ступенчатых отверстий т. Гаркалин применяет оправки своей конструкции, дающие возможность разделять шлифовать детали по различным диаметрам шлифовальными кругами разного диаметра. Наличие у оправки укороченного конуса обеспечивает точную посадку ее в шпинделе станка, что позволяет исключить правку шлифовального круга после перестановки оправки.

За счет рационального подбора размеров шлифовальных кругов т. Гаркалин значительно интенсифицировал режимы шлифования. При шлифовании сквозных отверстий т. Гаркалин повысил режимы резания за счет равномерного съема металла по всей поверхности путем создания ложного обратного конуса и подбора абразивных кругов рационального диаметра.

При правке шлифовального круга новатор делает в нем три-четыре кольцевые канавки. Прерывистое шлифование таким кругом увеличивает его упругость. Залупившиеся зерна выпадают и легко удаляются из зоны шлифования. Это создает условия для самозатачивания круга и повышает стойкость его между правками. При работе обычным кругом его правят через каждые десять деталей, а кругом с канавками — через 300 деталей.

В первый день работы школы слушатели одной из групп совершили экскурсию по заводу. Им были продемонстрированы станки ХШ-65, на которых выполняется объемное шлифование

деталей сложного профиля, и модернизированный станок для шлифования зубчатых колес большого диаметра. Слушатели школы ознакомились с работой участков зубошлифования и резбошлифования, установок для суперфиниша и хонингования деталей. Знатный шлифовщик-резбовик А. А. Буданов продемонстрировал приемы своей высокопроизводительной работы.

Второй день работы школы начался с пленарного заседания, на котором слушателям была прочитана лекция инженера экспериментального цеха т. Бакала. Лекция была посвящена современным абразивным материалам и средствам автоматизации и контроля шлифовальных работ. Она сопровождалась демонстрацией абразивов, приспособлений и чертежей устройств, внедряемых на заводе. Следующие три дня все группы занимались на рабочих местах тт. Серова, Московченко и Гаркалина, осваивали методы работы новаторов, а также продолжали знакомиться с различными видами специальных шлифовальных работ.

В конце четвертого дня занятий было проведено заседание, посвященное обобщению результатов работы школы, на котором выступили новаторы других заводов.

С большим вниманием было выслушано выступление знатного лекальщика Ф. Н. Полунина (завод, где начальником БТИ т. Полончук). Он сказал, что лекальщики продолжают называть слесарями-лекальщиками, хотя их с полным основанием можно называть шлифовщиками-лекальщиками, так как вся основная работа по изготовлению самых разнообразных шаблонов выполняется на шлифовальных станках. Поэтому он с очень большим интересом и пользой ознакомился с приемами работы т. Московченко, умело использующего шлифовальный станок и разработавшего свои рациональные приемы работы.

Лекальщикам пора предъявить свои требования к станкостроительной промышленности, так как в настоящее время нет хороших быстроходных станков для лекальных работ. Недостатком плоскошлифовальных станков, применяемых для механизации лекальных работ, является постоянное число оборотов шпинделя, что во многих случаях не обеспечивает необходимой скорости резания и не позволяет использовать абразивы малых диаметров. Кроме того, высота подъема



Фиг. 2. Новатор-шлифовщик Н. П. Московченко демонстрирует слушателям школы приемы высокопроизводительной обработки шаблонов на плоскошлифовальном станке.

шпинделя относительно плиты у этих станков также недостаточна.

По предложению т. Полунина старый станок фирмы Черчилль модернизировали, дополнительно установив на нем электродвигатель и генератор постоянного тока. При изменении величины тока в цепи меняются числа оборотов электродвигателя постоянного тока, что дает возможность изменять число оборотов шпинделя с 1900 до 7500 в минуту. Кроме того, станок был оснащен поворотной магнитной плитой, а высота подъема шпинделя увеличена вдвое.

Такая модернизация позволила подбирать число оборотов в зависимости от диаметра абразива и обрабатывать все замкнутые профили как по геометрическим параметрам, так и путем

копирования. В модернизации станка принимали участие мастер-электрик т. Довольнов и техник т. Сычев.

Тов. Полушин показал также чертежи предложенного им прибора для фасонной заправки абразива и подробно рассказал о своем методе шлифования шаблонов.

Технолог Н. И. Авдеев (завод, где начальником БТИ т. Мядин) поделился опытом организации комплексных бригад рационализаторов по внедрению прогрессивной технологии.

Тов. Авдеев сказал, что слушателям школы шлифовщиков еще раз следует поднять вопрос о качестве выпускаемого инструментальной промышленностью абразивного инструмента. Поставляемые на заводы абразивы, как правило, плохого качества, что не только значительно снижает выработку, но и приводит в ряде случаев к браку обрабатываемых деталей.

Инженер В. И. Анисимов (завод, где начальником БТИ т. Коршунов) отметил, что участники школы с большой пользой для себя ознакомились с работой и организацией рабочих мест тт. Серова и Московченко, и внес ряд предложений по улучшению подготовки рабочего места т. Гаркалина.

Шлифовщик-новатор С. А. Дубро (завод, где начальником БТИ т. Коршунов) поделился опытом шлифования шаровых поверхностей. Раньше выпуклые и вогнутые сферические поверхности калибров шлифовали выпуклыми и вогнутыми фасонными кругами. Их профиль заправляли алмазом с помощью копирного приспособления или фасонными шарошками; это была дорогостоящая и трудоемкая операция. Теперь по предложению т. Дубро на заводе внедрен простой и высоко-

производительный способ обработки сферических поверхностей чашечными абразивными кругами. Этот способ основан на том, что всякий чашечный круг, соприкасающийся своей внутренней поверхностью с шаровой поверхностью, при вращении оставляет на нем след в виде окружности. При вращении шаровой заготовки перпендикулярно к оси абразива кольцевой след превращается в полосу. При полном обороте детали след шлифовального круга представляет собой шаровой пояс.

Технолог т. Корж (завод, где начальником БТИ т. Шацкий) рассказал о проводимой на заводе работе по совершенствованию профильного шлифования; затем он заявил, что магнитный патрон, синусная линейка с набором размерных плиток, резбонакатные ролики и ряд других приспособлений и прогрессивных процессов, с которыми слушатели познакомились в межзаводской школе, найдут применение и на других заводах.

Выступившие после этого тт. Луненок (завод, где начальником БТИ т. Коршунов), Алексеев, Степанов, Папазов (завод, где начальником БТИ т. Романова) и Петухов (завод, где начальником БТИ т. Полончук) отметили плодотворную работу школы и внесли свои предложения по устранению отдельных недостатков. Слушателям школы в порядке обмена опытом были переданы показательные карты и плакаты, выпущенные на заводе, большое количество чертежей на приспособления и приборы, применяемые для шлифовальных работ.

С. М. Романова и Н. Ф. Папазов

По страницам заводских многотиражек

Механизация — важнейший путь повышения производительности труда

Еще недавно эффективность скоростного резания сводилась на нет в связи с тем, что на закрепление детали перед обработкой затрачивалось много вспомогательного времени. Широкое применение пневматических или пневмогидравлических зажимов для закрепления деталей дало возможность значительно уменьшить это время.

Для механизации клепки в труднодоступных местах на заводе применен пресс ЗИД-3. Скоро вступит в строй станок с электромагнитным основанием для сверления и разделки отверстий. Станок позволит слесарям-монтажникам прямо на монтажной плите сверлить и разделять отверстия в оснастке под любым углом. Изготовлен стенд для посадки шаблонов на болванки. Широко внедряются сборно-разборные и универсальные станочные приспособления. Имеющиеся на заводе ручные винтовые прессы переделываются на пневматические. На очереди оснащение пневмотисками рабочих мест слесарей.

Все проведенные по механизации производства мероприятия позволили повысить производительность труда, улучшить качество продукции, снизить ее себестоимость, облегчить и оздоровить условия труда.

«Машиностроитель», 1957, № 80

Укрупнение производственных участков

Укрупнение производственных участков проводилось в цехе в два этапа.

После первого этапа реорганизации из шести мастерских осталось четыре. Во всех этих подразделениях работает четыре старших мастера и 12 мастеров. Количество инженерно-технических работников сократилось на четыре человека.

После второго этапа реорганизации из 12 мастерских осталось только девять. Сокращение административно-управленческого аппарата привело к экономии фонда заработной платы.

В результате проведенной реорганизации управление участками и организация производства в цехе упростились, стали более гибкими. Лучше стало использоваться оборудование.

4*

В каждой мастерской создан замкнутый цикл производства, что сокращает простои.

«Заводская правда», 1957, № 50.

Увеличение съема деталей с прессов

По существующему технологическому процессу выдержка под давлением деталей из пресспорошка составляет 1—2,5 мин. на 1 мм толщины детали. При таких условиях, например, вытку из пресспорошка необходимо выдерживать под давлением 20 мин.; следовательно, за весь рабочий день с прессы удастся снять всего 25—30 деталей. Это лимитирует производство, ведет к непроизводительному использованию оборудования (большая часть времени затрачивается на выдержку деталей при определенной температуре).

Начальник ЭРО завода т. Марченко предложил новый метод увеличения съема деталей с прессы. Детали находятся в прессе под давлением 1—2,5 мин., а все остальное время, требуемое по технологии, — без давления, но при определенной температуре (в специальных печах, установленных около прессов).

Это позволяет увеличить съем продукции с одного прессы примерно в шесть-семь раз, не ухудшая качества деталей. Применяя новый метод, в течение рабочего дня можно изготовить не 25—30, а 160—180 деталей.

«Ленинский путь», 1957, № 13

О зазорах между подвижными частями кокилей

При эксплуатации отдельные части кокилей нагреваются до различной температуры и имеют разный коэффициент линейного расширения. Поэтому та взаимосвязь подвижных частей кокиля, которая существует в холодном состоянии, при нагреве нарушается. Если зазор задан неправильно, подвижные части кокиля либо зажимаются, либо расходятся, причем в увеличившийся зазор попадает раслав, что ведет к перекосам и заклиниванию.

Обычно на заводе оптимальные зазоры между подвижными частями кокиля определяли опытным путем. При этом зазоры часто приходилось доводить до нужных размеров уже в процессе производства, на что затрачивалось много времени. Для устранения такого положения на основе систематизации и обобщения опытных данных создана таблица для определения зазоров в зависимости от размера подвижных частей.

При определении зазоров по таблице обеспечивается без доводки требуемое положение подвижных частей кокиля при чистоте трущихся поверхностей по седьмому классу точности. Необходимый зазор между подвижными частями кокилей указывается в чертеже. При изготовлении кокиля обрабатывают его по месту, не пользуясь таблицей допусков.

«Знамя победы», 1957, № 23

Клепальщик Н. Стульников

Н. Стульников — один из лучших клепальщиков завода, выполняющий сменные задания на 200%. Тов. Стульников особое внимание обращает на экономию вспомогательных движений в процессе работы и на правильную организацию рабочего места.

При сборке агрегатов клепку обычно выполняют два рабочих: клепальщик и подручный, причем подручный не загружен 25—30% рабочего времени.

Тов. Стульников совместно с технологом т. Каныгиным предложил изменить технологический процесс клепки. Несложные повторяющиеся приемы (установка деталей на контрольные заклепки, сверление отверстий по кондуктору и ряд других) были выделены, для того чтобы их мог выполнять подручный. В результате загрузка подручного стала полной, производительность труда повысилась на 25%.

Раньше при сборке верхней крышки капота применялось два ответвления воздушного шланга. Для ускорения работы т. Стульников сделал три ответвления, в которые ввертываются шланги двух дрелей и пневмомолотка. Это дало возможность сократить на 15% непроизводительные затраты рабочего времени. Тов. Стульников изготовил более десяти шаблонов и специальных поддержек для сборки одного из агрегатов; внедрение этой оснастки позволило сократить время изготовления, улучшить качество продукции, повысить на 20% производительность труда.

«Ударник», 1957, № 55

В электроизмерительной лаборатории завода

По мере совершенствования агрегатов и механизмов потребовались более совершенные измерительные приборы для их проверки. В 1957 г. 168 устаревших электроизмерительных приборов были заменены приборами новой конструкции. Было вновь внедрено в производство 312 приборов.

Для анализа быстропротекающих процессов применяются восьмишлейфовые (МПО-2) и четырехшлейфовые (К-4-21) осциллографы. Широко используются электронные осциллографы ЭО-6 и ЭО-7, предназначенные для исследования импульсных и периодических процессов.

Новейшие приборы выявляют место повреждения электрического кабеля. Измерителем кабельных линий ИКЛ-4 определяют расстояние от конца кабеля до места повреждения, вызванного либо коротким замыканием, либо обрывом одной, двух или трех фаз кабеля. Прибор ОПЕО-3 дает возможность определять расстояния до места заплывающего пробоя в кабельных линиях высокого напряжения.

Ряд приборов изготовлен и внедрен коллективом лаборатории: малый осциллограф применяется для определения характера повреждений в обмотках электрических машин, высокочастотный ламповый генератор — для подогрева пресстаблесток. Перед прессованием их нагревают токами высокой частоты (20—25 мГц) на всю глубину равномерно. Это позволяет сократить время прессования, увеличить производительность труда на 20—25%, улучшить изоляционные свойства деталей, повысить их механическую прочность и внешний вид.

Группа приборов 2КГП служит для определения скорости нанесения и толщины гальванических покрытий, а также определения плотности тока в ванне. Их использование делает ненужными трудоемкие и несовершенные капельный и струйный методы контроля.

Электронный прибор для автоматического поддержания заданного уровня конденсата в баке основан на том, что когда конденсат достигает верхней отметки в баке, включается насос и конденсат подается в котел. При достижении нижней отметки насос отключается и конденсат накапливается в баке.

Электронный программный автомат имеет безинерционную схему и обеспечивает испытание приборов с шестью элементами в цикле, каждый продолжительностью от 0,2 сек. до 30 мин.

«За темпы и качество», 1957, № 40

ПОПРАВКИ

1) К статье Л. Н. Рожкова, опубликованной в № 10 журнала за 1957 г.

Страница и строка	Напечатано	Следует читать	Страница и строка	Напечатано	Следует читать
63; 1 в табл. 1	толщины детали	глубины подсежки	64; 5 снизу	$a=kS$	$a=k\delta$
63; 2 в табл. 1	Толщина δ детали	Глубина S подсежки	64; 4 снизу	$b=kS$	$b=k\delta$
63; 2 в табл. 1	$\frac{S}{m}$	m	64; 11 в табл. 3	$\frac{\delta}{n}$	n
63; 17 в табл. 1	21,000	2,000	65; 5 снизу	(фиг. 6, 7 и 8)	(фиг. 1, 6 и 8)
64; 11 в табл. 2	$\frac{\delta}{k}$	k	подписи под фиг. 7 и 8	не учитывается	учитывается

2) В цветной вклейке в № 12 журнала за 1957 г. между стр. 22 и 23 напечатано: «Отклонение от перпендикулярности 0,001 мм»; следует читать 0,01 мм.

Библиография

Книги и журналы

Авиация. Общие вопросы

Пышнов В. С. Прогресс авиационно-технической мысли. «Вестник воздушного флота», 1957, № 10, с. 66—74.
Краткий обзор развития советской авиации за 40 лет и ближайшие задачи отечественной авиационной техники.

Самолетостроение

Тихомиров В. И. Организация и планирование самолетостроительного предприятия. М., Оборонгиз, 1957, 611 с.

Основные вопросы организации и планирования самолетостроительного предприятия: формы и методы организации производственного процесса, производственная и организационная структура предприятия, управление предприятием, нормирование и оплата труда, техническая подготовка и обслуживание производства, внутризаводское планирование. Использованы отечественные и зарубежные материалы о передовом опыте самолетостроительных заводов.

Для ИТР авиационной промышленности и студентов авиационных вузов.

Automatic spotwelding. «Aircraft Production», 1957, v. 19, N 7, p. 292—94.

Автоматическая точечная сварка. Применение крупногабаритных сварочных машин фирмы Federal для автоматической сварки обшивки фюзеляжа двойной кривизны для самолетов фирмы Boeing и сварочных машин фирмы Sciaqu для автоматической точечной сварки обшивки одинарной кривизны. Использование телевизионных камер для контроля направления сварочных швов.

Hall L. G. Chemical milling. «Aircraft Production», 1957, v. 19, N 7, p. 257—59.

Химическое фрезерование. Применение его для изготовления самолетных деталей. Преимущества и возможности процесса химического фрезерования и ограниченность его применения.

Holt A. Honeycomb-cored structures. «Aircraft Production», 1957, v. 19, N 7, p. 282—91.

Слоистые конструкции с сотовым наполнителем. Проблемы производства и процессы обработки при изготовлении самолетных каркасов. Преимущества применения слоистых конструкций в самолетостроении.

Integral skins. «Aircraft Production», 1957, v. 19, N 7, p. 260—72.

Монолитные панели обшивки. Обзор методов их производства. Описание отдельных видов оборудования и приспособлений, применяемых в производстве крупных панелей крыла на заводах фирмы Vickers—Armstrongs.

Wasilewski M. Technologia pracy w biurach konstrukcyjnych budowy samolotow, II. «Technica Lotnicza», 1957, N 4, Str. 123—28.

Анализ работы конструкторских бюро в авиационной промышленности, ч. II. Техническая документация самолетов.

Организация конструкторских бюро. Подбор кадров. Оборудование конструкторских бюро.

Библиография — 21 название.

Авиадвигатели

Синярев Г. Б., Добровольский М. В. Жидкостные ракетные двигатели. Теория и проектирование. 2-е перераб. и доп. изд. М., Оборонгиз, 1957, 580 с.

Основы теории жидкостных ракетных двигателей и методы проектирования их основных деталей и узлов. Необходимые данные для расчета силы тяги и определения основных размеров всех агрегатов и узлов жидкостных ракетных двигателей. Примеры, иллюстрирующие применение излагаемых методов расчета.

Книга является учебником для техникумов, но может быть полезна для студентов вузов, а также для работников, специализирующихся в области ракетной техники.

Preston T. E. W. Speeding jet tail pipe production. «Metalworking Production», 1957, v. 101, N 19, p. 791—94.

Ускорение производства труб для современных реактивных авиационных двигателей. Техника сварки коротких секций труб из нержавеющей стали (марка 18/8). Описание усовершенствований, произведенных в сварочных машинах, которые повысили производительность машины на 30%. Условия сварки.

Организация труда и производства

Гокун В. Б. Технологические предпосылки экономии металла. Снижение технологических отходов. Киев — М., Машгиз, 1957, 184 с. (Библиотека конструктора).

Основные причины перерасхода металла; их классификация применительно к снижению технологических отходов при изготовлении заготовок деталей машин разными способами и из различных материалов. Многочисленные примеры новых экономичных способов изготовления заготовок. Использование технологических отходов.

Для конструкторов и технологов машиностроительных предприятий.

Гинзбург Д. Г. Организация транспорта и промежуточных складов деталей в прессово-кузовных цехах. «Автомобильная и тракторная промышленность», 1957, № 9, с. 32—36.

Различные средства, применяемые в отечественной и зарубежной практике для транспортировки крупных штампованных деталей на автомобильных заводах: подвесные и толкающие конвейеры; бесконтейнерные и контейнерные способы наземных перевозок; маземный транспорт. Организация промежуточных складов для штампуемых деталей. Рациональная организация контейнерного склада, принятая на Горьковском автозаводе. Контейнерные склады зарубежных заводов.

Скрипник А. М. Организация труда на промышленном предприятии. М., Госполитиздат, 1957, 176 с. (В помощь экономическому образованию).

Значение планомерной организации труда во всей системе организации общественного производства. Непосредственный

круг работ по планомерной организации труда на промышленном предприятии: квалификация работ и рабочих; распределение трудовых функций и «расстановка» рабочей силы; организация рабочего места; изучение и внедрение передовых методов труда; технормирование и организация заработной платы; учет использования рабочего времени; организация социалистического соревнования.

Толченков Т. Хронометражное исследование трудовых процессов. «Социалистический труд», 1957, № 9, с. 75—81.

Обычные ошибки, встречающиеся в практике применения хронометража. Проведение хронометража на рабочем месте. Техника проведения и обработка данных хронометража. Хронометражное исследование должно быть методом рационализации трудовых процессов социалистической промышленности.

Автоматизация и механизация

Бежанов Б. Н. Пневматические механизмы. М.—Л., Машгиз, 1957, 252 с.

Теоретическое и экспериментальное исследование пневматических систем. Методика инженерных расчетов пневматических систем автоматизации в производственных машинах.

Для ИТР, конструкторов и студентов вузов.

Дербишер А. В. Из опыта комплексной механизации и автоматизации производства. «Автомобильная и тракторная промышленность», 1957, № 9, с. 1—6.

Описание мероприятий по комплексной автоматизации и механизации производства, осуществляемых в подшипниковой промышленности: групповые и комплексные автоматические линии на 1-м ГПЗ; автоматизация и комплексная модернизация существующего оборудования; механизация транспорта и тяжелых работ.

Трапцын В. И. Автоматизация производственных процессов промышленных установок. М.—Л., Машгиз, 1957, 318 с.

Основные вопросы автоматизации производственных процессов. Большое внимание уделено чувствительным элементам, преобразующим неэлектрические величины в электрические, в том числе чувствительным элементам, построенным на основе использования рентгеновской и радиоактивных изотопов. Даны многие примеры автоконтроля и автоматизации технологических процессов.

Для ИТР и студентов вузов.

Хейман С. Использование электронных быстродействующих счетно-решающих машин (Из опыта США). «Вопросы экономики», 1957, № 9, с. 120—128.

Обзорная статья об американской практике применения счетно-решающих машин в деле выбора и поддержания оптимальных вариантов комплексной автоматизации производства, для выполнения сложных технических расчетов, а также в сфере конторского и управленческого труда. Ряд конкретных примеров использования счетно-решающих машин американскими учреждениями и предприятиями. Возможность их применения в народном хозяйстве СССР.

Обработка давлением

Костенко Д. И. Влияние макроструктуры стали и состояния поверхности штампов на образование в них трещин термической усталости. «Автомобильная и тракторная промышленность», 1957, № 8, с. 29—34.

Исследования, проведенные на Московском автозаводе им. Лихачева на образцах и штампах из стали 5ХНТ и 5ХНМ. Исследовалось влияние плотности строения стали и чистоты поверхности на образование трещин термической усталости. Сравнение стойкости штампов цементованных, обработанных

резцом, шлифованных и обработанных дробью показало наименьшую стойкость последних.

Металловедение и обработка цветных металлов и сплавов. Сб. статей под ред. Л. Е. Миллера. М., Металлургиздат, 1957, 280 с.

Результаты научно-исследовательских работ по бронзам различных марок, припоям, алюминиевым и магниевым сплавам и другим цветным металлам.

Описаны технологические характеристики горячей деформации сплавов, поведение примесей при кристаллизации, прокатка слитков алюминия без нагрева и ряд других статей по вопросам обработки и металловедения цветных металлов и сплавов, не опубликованных ранее в технической литературе.

Островский В. П. Справочник конструктора по холодной штамповке. Под ред. А. Н. Малова. М., Машгиз, 1957, 287 с.

Справочные данные по материалам, применяемым для холодной штамповки, раскрою, резке, вырубке, пробивке, зачистке, гибке, вытяжке, формовочным работам, калибровке и чеканке. Расчет и конструирование деталей штампов на прочность.

Обработка резанием

Кацев П. Г. Протягивание глубоких отверстий. М., Оборонгиз, 1957, 231 с.

Расчет, конструирование и технология изготовления протяжек для протягивания глубоких отверстий. Результаты исследований этого процесса. Особенности технологии изготовления «заточки» протяжек для глубоких отверстий и вопросы отладки операций протягивания.

Для ИТР машиностроительных заводов и студентов вузов.

Ларин М. Н. Высокопроизводительные конструкции фрез и их рациональная эксплуатация. М., Машгиз, 1957, 272 с. (Всесоюзный научно-исследовательский инструментальный институт — ВНИИ).

Вопросы конструирования и анализ современных конструкций фрез, изготовленных как из инструментальной стали, так и оснащенных пластинами из твердых сплавов. Выбор режима фрезерования. Определение нормы износа, стойкости и расхода разного типа фрез. Вопросы заточки, доводки, напайки, наварки и восстановления фрез. Ряд практических советов в области фрезерования и правильной эксплуатации фрез, обобщающих опыт передовых отечественных и зарубежных заводов.

Для ИТР и рабочих-фрезеровщиков.

Можаяев С. С., Сарамотина Т. Г. Скоростное и силовое точение стальных повышенной прочности. М., Оборонгиз, 1957, 275 с.

Содержание книги построено на результатах внедренных в промышленность научно-исследовательских работ за период 1947—1955 гг. в области высокопроизводительных методов точения конструкционных легированных сталей повышенной прочности. Обобщен опыт новаторов производства по разработке рациональной геометрии резцов и производительных режимов точения с увеличенными подачами.

Для ИТР, новаторов производства и студентов вузов.

Резников Н. И. Скоростное резание металлов с большими подачами. М., Машгиз, 1957, 136 с.

Процессы резания и стружкообразования при работе с большими подачами; оптимальная геометрия резцов, силы резания и влияние на них различных факторов; износ и стойкость резцов; оптимальные скорости резания; качество обработанной поверхности и точность изделий; наилучшие режимы резания; сопоставление по производительности двух методов скоростного резания.

Для ИТР, новаторов производства и студентов вузов.

В последних номерах основных машиностроительных журналов

«Вестник машиностроения», 1958, № 1

Томленов А. Д. Вопросы теории вытяжки деталей сложной формы, с. 53—56.

Рассматриваются вопросы теории вытяжки деталей сложной формы, примером которых могут служить детали кузовов автомобилей. При их вытяжке возникают явления, не имеющие места при вытяжке деталей типа стаканов или призматических коробок. В частности, к этим явлениям относятся потеря устойчивости двухосного растяжения и проявление повышенной пластичности металла в растянутых частях заготовок.

Теоретические положения, изложенные в данной статье, подтверждены экспериментальными исследованиями, проведенными лабораторией обработки металлов давлением ИМАШ АН СССР совместно с автозаводом имени Лихачева.

Глушков В. Н. Выбор способов нагрева заготовок в кузнечно-штамповочных цехах, с. 56—62.

Отсутствие единства мнений о наиболее рациональном способе нагрева заготовок в кузнечно-штамповочных цехах. Рассмотрение этого вопроса с учетом последних достижений в этой области. Печи безокислительного нагрева. Пламенные печи и автоматизация их работы. Индукционный нагрев. Сопоставление различных методов нагрева. Сопоставление стоимости нагрева 1 т металла. Стоимость тепла, полезно используемого при нагреве.

Хаев Г. Л. Особенности процесса резания и рациональные условия отрезки стали твердосплавными резцами, с. 77—83.

Описание исследований стружкообразования, сил резания, износа и стойкости при отрезке и глубокой прорезке стали твердосплавными резцами, которые были проведены технологической лабораторией НКМЗ (г. Краматорск). Материал и рекомендуемые геометрические параметры режущей части отрезных резцов; их основные размеры; режимы резания. Внедрение практических рекомендаций, выведенных из результатов данных исследований, позволило сэкономить на НКМЗ более 15 000 станко-часов в год.

«Станки и инструмент», 1957, № 12

Коробочкин Б. Л. Синхронизация работы гидравлических цилиндров, с. 7—8.

Рассмотрение существующих способов синхронизации работы гидравлических цилиндров в станках с гидравлическим приводом, работающих одновременно двумя или несколькими рабочими органами: синхронизация работы двух цилиндров последовательным соединением полостей; при помощи балансиروчного клапана; при помощи двухкромочного золотника. Наиболее совершенный способ синхронизации при помощи гидравлической следящей системы, примененный в новой модели фрезерно-центрального полуавтомата МР-71, 73 станкозавода имени С. Орджоникидзе.

Брон Л. С., Тартаковский Ж. Э. Методы ограничения нагрева масла в гидроприводах автоматизированных станков, с. 9—13.

Разработанная СКБ-1 по станкостроению (Москва) методика расчета необходимого объема масла в гидробаках автоматизированных станков в зависимости от выбранных насосов, режимов работы и допустимых температур. Конструкции водяных теплообменников и методы определения объема масла в гидробаках с встроенными теплообменниками.

Ковальский Н. Н. Механизация окрасочных работ в станкостроении, с. 30—32.

Обзор оборудования для механизации окрасочных работ, применяемого на отечественных станкозаводах: аппарат для промывки деталей бензином-растворителем; распылитель шпатлевки РШ Хотьковского завода; аппаратура для нанесения нагретой нитроэмали; аппараты типа МШП-1 и МШП-2 для шлифования шпатлевки; вентиляционные установки для окрасочных работ. Процесс окрашивания в электрическом поле, снижающий расход лакокрасочных материалов на 50—80%. Комплексная механизация окрасочных работ.

«Приборостроение», 1957, № 12

Шишков Б. И. Точная вырубка изделий весьма малых толщин, с. 19—22.

Основные трудности, встречающиеся при вырубке тонких изделий (менее 0,2 мм). Наиболее оригинальные примеры штамповки различных изделий из весьма тонкой полосы. Применяемые штампы. Практические рекомендации по технологии штамповки и эксплуатации штампов.

Пшенко А. М. К вопросу об унификации и нормализации в приборостроении, с. 22—24.

Современное состояние унификации и нормализации в отечественном приборостроении. Ряд примеров конструктивного различия однозначных по применению и параметрам приборов общепромышленного назначения. Задачи созданного в 1957 г. специального конструкторского бюро стандартизации и нормализации приборостроения (СКБСН). Введение единой системы чертежного хозяйства на основе Межведомственной нормали (МНСЧХ), действующей в радиотехнической, судостроительной и авиационной промышленности. Задачи отраслевых базовых отделов стандартизации и нормализации.

Каменский А. В., Рахманов В. Ф. Реле напряжения на полупроводниковых элементах, с. 26.

Схема и принцип действия нового реле повышения напряжения с применением полупроводниковых диодов и триодов. Устройство имеет большие преимущества перед механическими реле, в частности при использовании его в самолетных электроустановках.

«Литейное производство», 1957, № 12

Мясоедов А. Н. Непрерывное литье, с. 1—3.

Преимущества непрерывного литья, особенно в отношении производства отливок из цветных сплавов. Анализ физического смысла явлений, происходящих в кристаллизаторе. Три схемы охлаждения слитка. Рекомендации по конструктивному оформлению кристаллизаторов для различных металлов и сплавов. Выбор смазки рабочей поверхности кристаллизатора. Основные схемы непрерывного литья, применяемые в настоящее время в Советском Союзе и за рубежом.

Астаулов В. С. Плавильные индукционные печи промышленной частоты, с. 5—8.

Описание, принципы действия и особенности эксплуатации индукционных тигельных печей промышленной частоты. Минимальные размеры печей для различных металлов. Схема стационарной печи для плавки магниевых сплавов, сконструированной коллективом сотрудников под руководством В. А. Яковлева. Преимущества индукционных тигельных печей промышленной частоты: высокий к. п. д. (80—85%); малый расход электроэнергии (0,4—0,6 кВт/кг); значительное улучшение условий труда и др.

Нехендзи Ю. А. Стальное литье на 23-м Международном конгрессе литейщиков, с. 23—27.

В данной статье, являющейся продолжением статьи помещенной в журнале «Литейное производство», 1957, № 11, дан обзор работ конференции в части литья из конструкционной и теплоустойчивой стали и литья из жаропрочных сплавов. Статья не окончена.

Шестопал В. М. На Лейпцигской конференции по литейному производству, с. 27—30.

Краткое изложение основных докладов, прочитанных на 3-й научной конференции по литейному производству, организованной Центральным институтом литейного производства ГДР и Литейным институтом Фрайбергской горной академии. Некоторые сведения о литейном производстве и работе научных и проектных организаций ГДР в этой области.

«Сварочное производство», 1957, № 11

Петров А. В. Дуговая сварка в среде защитных газов, с. 21—24.

Обзорная статья о развитии и совершенствовании в советской промышленности процесса дуговой сварки в среде защитных газов. Преимущества и возможности этого процесса.

Исследования и усовершенствование процесса научными учреждениями: НИАТ, ВНИИАВТОГЕН, МВТУ, ЦНИИТМАШ и др. Изучение различных защитных газов; создание оборудования, разработка технологии сварки применительно к различным металлам; примеры ее промышленного применения.

Гельман А. С. Состояние и пути развития контактной сварки, с. 31—34.

Очерк истории внедрения контактной сварки в советскую промышленность. Области ее применения. Развитие точечной сварки легких сплавов. Разработка технологии и создание оборудования для рельефной, роликовой и стыковой сварки. Важнейшие задачи в области теории и практики контактной сварки: увеличение выпуска оборудования, усовершенствование источников питания, создание специализированного производства электродных сплавов и пр.

«Сварочное производство», 1957, № 12

Ерохин А. А. Об окислительном действии некоторых компонентов электродных покрытий при дуговой сварке. (Доклад на Московской областной конференции сварщиков по итогам научных и производственных работ за 1956 г.), с. 5—9.

Описание специальных опытов, проведенных для выяснения защитных свойств карбонатно-флюоритовых смесей, являющихся в настоящее время основой для разработки покрытий электродов, предназначенных для сварки сталей и сплавов почти всех новых марок. Цель опытов: сравнение окисли-

тельного действия отдельных компонентов покрытий и уточнение закономерности окисления при сварке с карбонатно-флюоритовыми покрытиями. Методика проведения и результаты опытов.

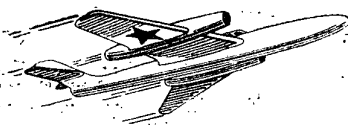
Библиография — 11 названий.

Шиганов Н. В., Раймонд Э. Д. Измерение давления дуги при сварке в среде аргона и под флюсом, с. 13—17.

Работы по измерению давления дуги, проведенные в связи с появлением прожогов при разработке технологии автоматической сварки встык и внахлестку сложных конструкций из листов толщиной 1—2 мм, поскольку предполагалось, что наличие прожогов связано, в основном, с величиной давления дуги. Исследовалась возможность успешного проведения сварки тонкого материала различными методами и выполнения сварки на весу, если при этом будет обеспечено малое давление дуги. Методика измерения давления дуги и описание сконструированного для этой цели прибора. Таблица, показывающая давление дуги при различных видах сварки. Некоторые технологические приемы, снижающие давление дуги.

Ханапетов М. В. Сварочная техника на Всесоюзной промышленной выставке 1957 г., с. 38—43.

Оборудование и технологические процессы сварочного производства, экспонированные на Выставке 1957 г.: новые виды сварки, пайки и наплавки; флюсы; электрошлаковая сварка; автоматическая сварка под флюсом; сварка в среде углекислого газа и аргона; контактная сварка; газовая сварка и резка; наплавка изношенных поверхностей; сварочные преобразователи; аппаратура для контроля сварных швов; электроды.



СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Стр.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАСЧЕТЫ

- В. А. Максимов и И. И. Наумов. О нормализации геометрических элементов лопаток 3
- С. П. Бардашев. К вопросу нормализации чертежей на лопатки турбины ГТД и определения точности размеров 6
- Н. И. Лобанов. Уменьшение допусков у литых и штампованных деталей как резерв снижения веса самолета 15
- В. М. Тендлер и А. И. Шиврин. О единой системе проектирования узлов 16

ТЕХНОЛОГИЯ

- А. В. Емяшев, А. М. Зубко, П. Д. Лаврентьев, Н. П. Поляков, П. Л. Потапников и Л. С. Чеченя. Литье лопаток из жаропрочных сплавов в вакууме 18
- Б. Д. Протопопов. Нормализация продольных балок сборочных приспособлений 24
- Г. Б. Дёйч и В. Н. Шахурин. Унификация технологической оснастки — важный резерв производства 27
- А. И. Михеев, Н. Ф. Аношкин, В. Ф. Калугин и Х. С. Процицкий. Прокатка ребристых листов из алюминиевых сплавов 33
- Н. М. Крылова, В. М. Журавленко и А. А. Тимм. Изготовление длинных деталей из прессованных профилей 36
- А. И. Марков и Б. Н. Лямин. Комбинирование ультразвуковой обработки с анодным растворением 40
- Н. М. Бирюков. Расчет удельного давления при штамповке эластичной матрицей 43
- А. И. Степанов. Автомат для контроля электромонтажа жгутов 50

МАТЕРИАЛЫ

- В. С. Петрова и Н. М. Тучкевич. Нержавеющая сталь для фасонного литья 53
- А. И. Губин. Жаропрочный припой для пайки нержавеющей стали IX18N9T 56
- Н. Ф. Кутумов, И. И. Моисеев и Л. Д. Павловская. Новые моющие материалы для снятия консервирующей смазки с листов из алюминиевых сплавов 58

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

- С. Д. Бешелев. Повысить экономичность технологического оснащения самолета 60

В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ И ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

- Г. А. Гусев. Регулирование температуры плит гидравлических прессов при помощи корректирующих приставок 63
- Б. В. Боршев. Рентгеноконтроль топливных, масляных и воздушных трубопроводов 64
- Л. Н. Попова. Водоземлюсионный лак 321-В 65
- В. Г. Филиппочкин и М. М. Зелкинд. Травление нержавеющей сталей —

ЗАВОДСКИЙ ОПЫТ

- Применение математических кривых второго порядка для изготовления макетов дверей и люков. А. Г. Федосов 67
- Двустворчатые стальные плиты. А. Г. Федосов 69
- Накатывание резьбы на деталях из жаропрочных сталей. И. В. Кузнецов —
- Измеритель времени срабатывания электромагнитных устройств. В. С. Голуб 71
- Комбинирование материалов при прессовании деталей из пластмассы. И. Г. Гуртовник 73
- Пути расширения применения системы УСП. Б. И. Пикалов и Е. В. Звонарев —
- Притирка деталей на плоскошлифовальном станке. И. С. Кирич 75
- Автомат для резки и обжига монтажных проводов. В. В. Касаткин 76
- Накатывание шлицев на головках болтов 77
- Универсальные самоцентрирующие тиски. Б. С. Силицин —
- Станок для нанесения абразива на полировальные круги. А. Толмачев —
- Снятие фасок на фрезерном станке. К. И. Яценко 78
- Автоматизация обработки ступенчатых валиков. И. А. Мазелёв и Н. Ф. Папазов —
- Прибор для контроля наружных углов. В. Н. Макеев 79
- Цилиндрические калибры. И. С. Кирич 80
- Вакуумная установка для пропитки деталей жидким стеклом. Ю. И. Соколов 81

ЗАРУБЕЖНАЯ ТЕХНИКА

- Производство будущих сверхзвуковых самолетов. Силовые головки «агрегатные» станки. С. Н. Лобанов 82
- Профилирование шлифовальных кругов на магнитной плите по копиру. Б. М. Малкин 84
- Магнитострикционное устройство для подачи шлифовального круга на бесцентрово-шлифовальном станке 89
- Хроника 91

НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ И КОНФЕРЕНЦИЯХ

- Осциллографическая аппаратура на Лейпцигской ярмарке 97
- На 1-й Международной конференции по порошковой металлургии 100

ИНФОРМАЦИЯ

- В Научно-исследовательском институте технологии и организации производства 102
- Во Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов 104
- Межзаводская школа шлифовщиков 105
- По страницам заводских многотиражек 107

БИБЛИОГРАФИЯ

- Книги и журналы 109
- В последних номерах основных машиностроительных журналов 111

Редакционная коллегия

С. В. Аврутин, А. Ф. Белов, В. В. Бойцов (главный редактор), В. И. Босторин, А. И. Евтихов, И. Г. Загайнов, А. А. Лапшин, В. П. Советов, И. И. Тарарухин, А. И. Тацкий, А. Т. Туманов

Заместители главного редактора А. И. Баранов и Р. Б. Крогуш

Адрес редакции: Москва, Центр, Уланский пер., 22, тел. К 6-02-58.

Техн. редактор Н. В. Бибииков

Т-01215.

Подписано в печать 3/II 1958 г.

Формат бумаги 60×92 $\frac{1}{8}$ =7,5 бум. л.—15 печ. л.

Заказ 824

Типография Оборонгиза

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Орган Государственного комитета
Совета Министров СССР по авиационной технике

ОБОРОНГИЗ

МОСКВА 1958

3

Экз. № 1333

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ГОД ИЗДАНИЯ

26

3

Март

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

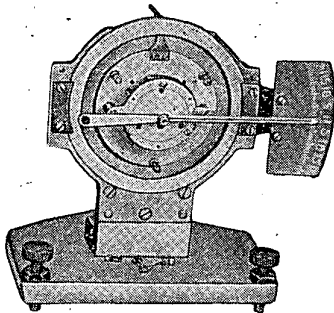
МОСКВА 1958

В этом номере журнала

В разделе „Конструирование и расчеты“

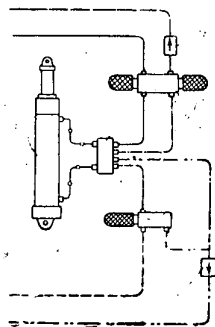
Физическая взаимозаменяемость в приборостроении. **Б. В. Григорьев** (стр. 3).

Необходимость в физической взаимозаменяемости обусловлена не только возможностью взаимной замены деталей без пригонки по мере их износа, но главным образом тем, чтобы в процессе изготовления и сборки деталей была выдержана



заданная точность физических параметров. Излагаемые в статье принципы физической взаимозаменяемости позволяют обеспечить идентичность собираемых изделий, исключить переборку их из-за несоответствия техническим условиям, а также упростить сборку, регулировку и испытания приборов и их элементов.

Технологический анализ принципиальных схем гидросистемы самолетов. **П. Н. Белянин** (стр. 9).



Обилие различных решений в области проектирования гидросистем самолетов, близких или аналогичных по назначению, часто приводит к созданию недостаточно технологичных конструкций. В статье приводится технологический анализ принципиальных схем этих систем и отмечается актуальность разработки в ОКБ и ОКБС простейших гидросистем, их унификации, а в отдельных случаях — и стандартизации.

В разделе „Технология“

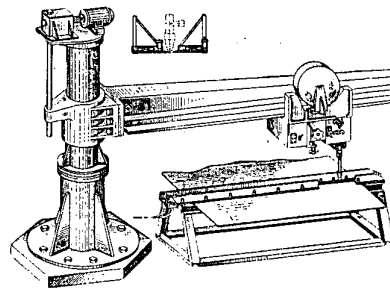
Задачи технологических служб в связи с перестройкой управления промышленностью. **Я. Я. Вильямовский** (стр. 15).

В статье обсуждается ряд вопросов, связанных с тем, какие изменения нужно внести во взаимоотношения ОКБ и серийных заводов для обеспечения более эффективной помощи последним в освоении выпуска новых изделий и повышении технического уровня производства на основе опыта, приобретенного за время, прошедшее с момента перестройки промышленности на новые формы организации управления.

(Полное содержание см. в конце номера)

Автоматическая сварка крупногабаритных деталей в среде защитных газов. **В. В. Дьяченко и Г. А. Маслов** (стр. 28).

В статье изложены результаты работы НИАТ и заводских сварочных лабораторий по изысканию рациональных способов сварки крупногабаритных деталей из тонколистовой нагартанной стали ЭИ654Н. Эти изыскания имели целью

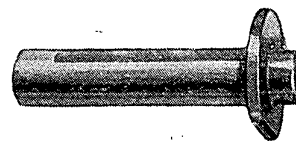


найти такие способы сварки, которые обеспечивали бы получение герметических швов, приближающихся по механическим свойствам к основному металлу и имеющих минимальное коробление.

В разделе „Материалы“

Магнийевый чугун для деталей авиационных двигателей. **Б. А. Чевела, А. А. Симкин и В. Г. Филиппочкин** (стр. 57).

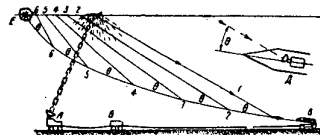
Высокопрочный магнийевый чугун является во многих случаях полноценным заменителем стали, ковкого чугуна и, особенно, дефицитной бронзы. В статье описаны физические и механические свойства магнийевого чугуна, технология его приготовления и ряд примеров применения для деталей авиационных двигателей, например для показанной на фигуре оси двойного зубчатого колеса.



В разделе „Зарубежная техника“

Управляемые снаряды (стр. 92).

В обзоре на эту тему приводятся данные о конструкциях и производстве управляемых снарядов. В этом номере журнала помещается первая часть обзора, посвященная разви-



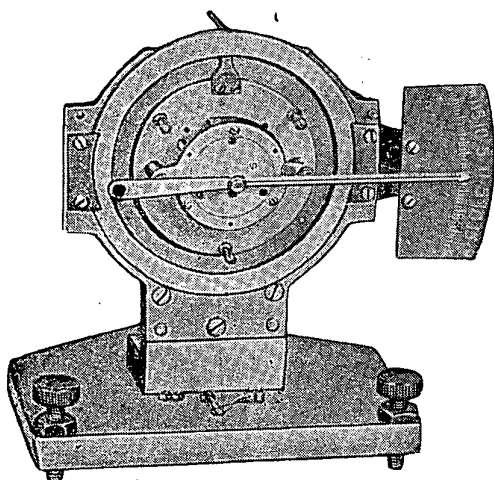
тию этих снарядов после второй мировой войны, их классификации, а также системами наведения снарядов на цели. В дальнейшем в обзоре намечено описать основные типы снарядов и процессы их изготовления.

КОНСТРУИРОВАНИЕ и РАСЧЕТЫ

Физическая взаимозаменяемость в приборостроении

Канд. техн. наук Б. В. ГРИГОРЬЕВ

Примеры отличия от обычной линейной взаимозаменяемости и теоретические расчеты



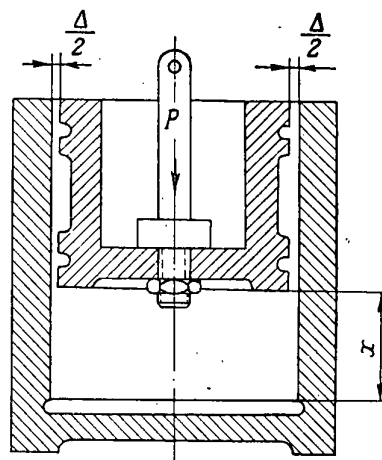
Прибор для контроля момента трения.

Для соблюдения обычной линейной взаимозаменяемости деталей и узлов авиационных приборов достаточно выдержать их геометрическую форму, размеры и чистоту поверхностей в пределах установленных допусков. Однако этого недостаточно для обеспечения физической взаимозаменяемости, когда предъявляются требования к взаимозаменяемости по параметрам, находящимся в функциональной зависимости от воздействия внешних или внутренних явлений, либо сил.

Так, например, в распространенном узле гироскопических приборов технологичность посадки поршня в корпус демпфера (фиг. 1) характеризуется не только геометрическими размерами, допусками по диаметру и чистотой поверхностей, но и временем, в течение которого поршень под действием собственного веса P должен пройти определенный путь x . Здесь величина посадочного зазора Δ функ-

ционально связана с рядом параметров, обычно не рассматриваемых в комплексе при линейной взаимозаменяемости. Эти параметры следующие:

- а) диаметр отверстия в корпусе демпфера;
- б) диаметр поршня;
- в) обобщенный параметр, характеризующий свойства материала корпуса демпфера;
- г) обобщенный параметр, характеризующий свойства материала поршня;
- д) характеристика чистоты поверхности отверстия в корпусе демпфера;

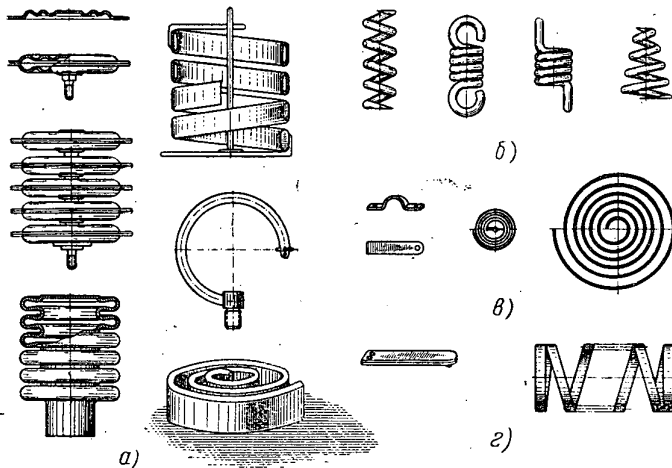


Фиг. 1. Посадка поршня в корпус демпфера.

- е) характеристика чистоты поверхности по диаметру поршня;
- ж) вес поршня;
- з) время перемещения поршня под действием собственного веса;
- и) путь, проходимый поршнем.

Вторым примером могут служить упругие элементы (фиг. 2), к которым, наряду с другими, предъявляются требования в отношении следующих величин:

- а) прогиба или раскрутки упругого элемента под воздействием различных факторов;
- б) остаточной деформации, упругого последствия и гистерезиса;



Фиг. 2. Упругие элементы.

а—манометрические; б—винтовые пружины; в—плоские пружины; г—биметаллические пластины.

в) циклической прочности, герметичности и микрогерметичности.

Все эти параметры, как правило, не регламентируются системой размерной взаимозаменяемости.

Приведем еще один пример — потенциометр, главным параметром которого является общее и межвитковое электрическое сопротивление, задаваемое в виде определенной зависимости; для линейного потенциометра последняя выражается прямой, характеризующейся уравнением

$$R = r_0 l,$$

где R — общее сопротивление потенциометра;

r_0 — градиент сопротивления (приращение сопротивления при перемещении контакта на единицу длины);

l — длина перемещения контакта.

Теоретическая характеристика 1 потенциометра (фиг. 3) отличается от фактической характеристики 2, среднее значение которой выражается прямой 3. Несовпадение линий 1 и 3 вызывает отклонение сопротивления на величину ΔR . Этот параметр, как правило, также не учитывается.

Необходимость в физической взаимозаменяемости обусловлена не только возможностью взаимной замены деталей без пригонки по мере их износа, но главным образом тем, чтобы в процессе изготовления и сборки деталей была выдержана заданная точность физических параметров. Физическая взаимозаменяемость позволяет обеспечить идентичность собираемых изделий, исключить переборку их из-за

несоответствия техническим условиям, а также упрощает сборку, регулировку и испытания приборов и их элементов.

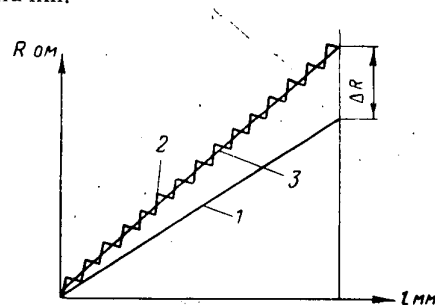
Особенности технологии производства, направленной на обеспечение физической взаимозаменяемости, заключаются в учете интенсивности влияния каждого из факторов технологического процесса на отклонение физических параметров.

Например, у обычной гофрированной мембранной коробки главным физическим параметром взаимозаменяемости является стабильность величины прогиба в результате давления. Указанное условие обычно дополняют требованием наличия при стабильном прогибе минимального гистерезиса. Ранее подобные задачи решали исключительно опытным путем, что всегда сопровождалось большим отсевом коробок.

В настоящее время, когда установлена интенсивность влияния различных факторов на стабильность прогиба и гистерезис, последние выдерживаются в производстве в пределах заданной точности.

Взаимозаменяемость основного физического параметра зависит в данном случае от точности прокатки листового материала по толщине, степени его обжатия и иных, не менее важных факторов, касающихся жесткости прокатного стана и точности других средств производства.

Точность прокатки листов по толщине достигается пачечной прокаткой, а обжатия выполняют на основе упрощенной модели деформирования с учетом сплошной, полной и одинаковой деформации всех листов пачки.



Фиг. 3. Характеристики линейности потенциометра.

1—теоретическая; 2—фактическая; 3—среднее значение фактической характеристики.

Минимальной величины гистерезиса достигают с помощью технологических приемов. Так, завершая прокатку тонколистового материала, обжимают его пластически с настолько незначительным усилием, что прокатываемые полосы почти не уширяются; это способствует устранению внутренних остаточных напряжений первого рода, появившихся во время предыдущих обжатий.

Поступающие на гофрирование кружки, вырубленные из листов и не имеющие больших внутренних остаточных напряжений первого рода, уже сами по себе обеспечивают равномерную пластическую вытяжку при гофрообразовании. Прижим с одинаковой силой кружка по борту обуславливает равномерность распределения указанных напряжений относительно

центра прогиба мембраны; в результате не возникает эллипсность.

Для устранения неравномерности распределения напряжений первого рода, появляющихся при сварке мембран в коробку, последняя до наложения сварного шва прихватывается в четырех точках, расположенных по борту друг против друга.

Решение проблемы физической взаимозаменяемости и внедрение соответствующей технологии и средств производства дают огромный экономический эффект: сокращается число бракованных деталей, не отвечающих заданной точности по физическим параметрам, становится ненужным выбор годных деталей или узлов из общей массы готовых экземпляров. Все это делает физическую взаимозаменяемость одним из первостепенных факторов в точном приборостроении.

Физические параметры обусловлены технологией изготовления деталей и узлов приборов. Следовательно, для того, чтобы сохранить заданные величины этих параметров в определенных пределах рассеивания, нужно выбрать соответствующий технологический процесс, а также режимы обработки и средства производства.

Это можно осуществить при условии, если известны, во-первых, номинальная и допустимая величины рассеивания физического параметра, и, во-вторых, механизм взаимодействия всех факторов, связанных с достижением необходимой точности. В настоящее время еще не накоплен достаточный опыт для обоснования допусков на точность этих параметров, однако в каждом отдельном случае значение допусков можно определять расчетом или по образцам и задавать в чертеже или технических условиях. Например, для быстровращающихся якорей электрических машин допуск на неуровненность устанавливается равным 1—0,5 гсм при их весе 3—1 кг и 0,5—0,02 гсм — при весе менее 1 кг; для ряда упругих элементов мембранного типа допуск на гистерезис составляет 0,5% от величины их прогиба; у точных потенциометров допуск на линейность сопротивления регламентируется в пределах $\pm 0,05\%$; допуск на момент трения в шарикоподшипниках для гироскопических приборов равен 0,005—0,01 гмм и т. д.

Достижение заданной точности основного физического параметра детали или узла, по существу, является технологической задачей.

Например, для того, чтобы обеспечить такой физический параметр плоской пружины, как ограниченное жестким допуском рассеивание ее прогиба, нужно изготовить эту пружину из материала с определенной степенью обжаты, причем должны отсутствовать минимальные внутренние напряжения первого рода; наконец, надо закрепить пружину с определенным усилием.

Влияние каждого из перечисленных факторов на прогиб пружины неодинаково и может компенсироваться другим фактором, действующим в противоположном направлении. Для ряда основных физических параметров установлены теоретические зависимости взаимного влияния их друг на друга.

Так, для сильфона главным физическим параметром является его прогиб W под действием усилия P . Обычно этот прогиб определяют по формуле проф. В. И. Федосьева

$$W = P \frac{1 - \mu^2}{E \delta_0} \frac{n}{A_0 + \alpha A_1 + \alpha^2 A_2 + B_0 \frac{\delta_0^2}{R_b^2}}, \quad (1)$$

где μ — коэффициент Пуассона;

E — модуль упругости;

δ_0 — толщина стенки трубки;

n — число гофр сильфона;

α — угол гофра сильфона;

R_b — внутренний диаметр сильфона;

A_0, A_1, A_2 и B_0 — коэффициенты, зависящие от параметров

$$K = \frac{R_n}{R_b} \quad \text{и} \quad m = \frac{r}{R_b}.$$

В последних выражениях R_n — наружный диаметр сильфона, а r — радиус закругления гофра.

$$\alpha = \frac{4rn - 2r - L}{2(n-1)(R_n - R_b - 2r)}, \quad (2)$$

где n — число гофров сильфона;

L — длина гофрированной части сильфона.

Представленная формула весьма сложна, но зато позволяет рассчитать методом приближенных вычислений относительные погрешности входящих в нее параметров и определить их относительное влияние на погрешности главного параметра сильфона. Не останавливаясь на выводах частных погрешностей, приведем конечную формулу зависимости относительной погрешности прогиба $\frac{\Delta W}{W}$ от погрешностей прочих параметров

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta P}{P} + \frac{2\mu^2}{1-\mu^2} \frac{\Delta \mu}{\mu} + \frac{\Delta E}{E} + D \frac{\Delta \delta_0}{\delta_0} + \frac{\Delta n}{n} + F \frac{\Delta t}{t} + M \frac{\Delta H}{H} + N \frac{\Delta r}{r} + Q \frac{\Delta R_b}{R_b}, \quad (3)$$

где $\Delta W, \Delta P$ и т. д. — погрешности соответствующих параметров;

D, F, M, N и Q — коэффициенты;

t — шаг гофра сильфона;

H — высота гофра сильфона.

При $K=1,5$ и $m=0,06$ значения коэффициентов в формуле (3) с учетом A_0, A_1, A_2, B_0 , взятых по графикам проф. В. И. Федосьева, составят: $D=1,0368$; $F=1,885$; $M=2,48$; $N=0,595$; $Q=0,0368$.

Теперь решим конкретный пример. Пусть задано изготовить сильфон со следующими данными: $\delta_0 = 0,13 \pm 0,005$; $R_b = 15 \pm 0,1$; $R_n = 22,5 \pm 0,1$; $t = 3,4_{-0,1}$; $r = 0,9_{+0,1}$; $H = 7,5 \pm 0,2$; $\frac{\Delta W}{W} = 18,3\%$.

Для упрощения расчета по формуле (3) пренебрежем рассеиванием механических свойств металла, выраженным через погрешности модуля нормальной упругости ΔE и коэффициента Пуассона $\Delta \mu$, а также погрешностью измерения усилия ΔP . В результате

получим следующие удельные значения влияния погрешностей параметров (в %):

1. Влияние погрешности толщины стенки трубки

$$D \frac{\Delta \delta_0}{\delta_0} 100 = 1,0368 \frac{\pm 0,005}{0,13} 100 \approx \pm 3,95.$$

2. Влияние погрешности шага гофра

$$F \frac{\Delta t}{t} 100 = 1,885 \frac{-0,1}{3,4} 100 \approx -5,2.$$

3. Влияние погрешности высоты гофра

$$M \frac{\Delta H}{H} 100 = 2,48 \frac{\pm 0,2}{7,5} 100 \approx \pm 6,5.$$

4. Влияние погрешности радиуса закругления гофра

$$N \frac{\Delta r}{r} 100 = 0,595 \frac{0,1}{0,9} 100 = +6,4.$$

5. Влияние погрешности внутреннего диаметра сильфона

$$Q \frac{\Delta R_b}{R_b} 100 = 0,0368 \frac{\pm 0,1}{15} 100 \approx \pm 0,025.$$

Отсюда суммарная погрешность прогиба сильфона будет:

$$+ \frac{\Delta W}{W} = 3,95 + 6,5 + 6,4 + 0,025 = +16,875\%;$$

$$- \frac{\Delta W}{W} = -3,95 - 5,2 - 6,5 - 0,025 = -15,675\%.$$

Следовательно, относительная погрешность прогиба окажется несколько меньше заданной.

Приведенный пример показывает влияние каждого из параметров на главный физический параметр и иллюстрирует, за счет какого из них можно при необходимости ужесточить его.

Наряду с уменьшением допусков возможна также их взаимная компенсация; это значительно облегчает работу технологов при выборе методов и средств производства. Кроме того, из примера следует, что для обеспечения физической взаимозаменяемости требуется расчет точности всех прочих параметров в зависимости от главного физического параметра, а не наоборот, как принято обычно.

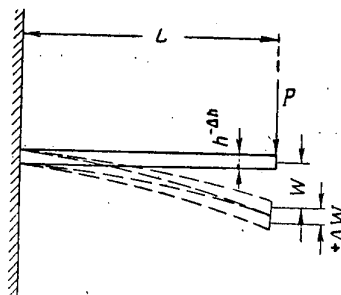
Поясним сказанное на другом примере. Представим себе плоскую пружину из фосфористой бронзы, жестко закрепленную одним концом; к другому концу приложена сила P , под воздействием которой пружина прогибается на величину W (фиг. 4). Спрашивается, какой надо дать допуск на конечную толщину h пружины? Автором выведена формула для установления этого допуска Δh в зависимости от механических свойств материала, получаемого прокаткой,

$$\Delta h = \Delta A \frac{H}{\left(1 + \frac{h}{H}\right)}, \quad (4)$$

где ΔA — погрешность свойств материала;

H — начальная толщина материала перед прокаткой;
 h — конечная толщина материала после прокатки.

На фиг. 5 представлена номограмма зависимости допуска Δh от h при различных отношениях $\frac{h}{H}$. Номограмма составлена так, что данный допуск

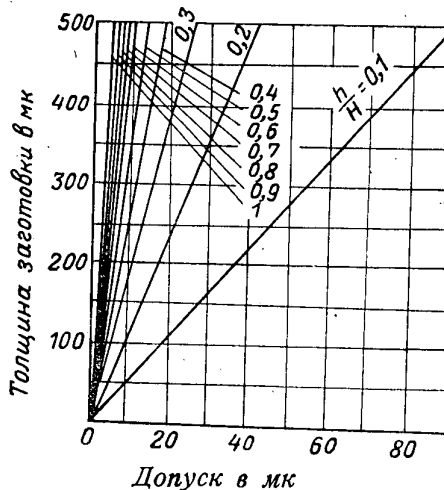


Фиг. 4. Схема прогиба плоской пружины.

L — длина гофрированной части сильфона; ΔW — погрешность прогиба.

справедлив для величины погрешности механических свойств материала, устанавливаемых по фиг. 6, в пределах $\Delta A = 0,01$ (1%).

Из фиг. 5 видно, что зависимость Δh от h линейна, и, следовательно, путем простого пересчета данных



Фиг. 5. Номограмма для определения допуска Δh на конечную толщину пружины в зависимости от размера ΔA погрешности механических свойств заготовки.

по этой номограмме можно перейти к любой величине погрешности ΔA_i и соответствующему ей допуску Δh_i , т. е.

$$\Delta h_i = \frac{\Delta A_i}{\Delta A} \Delta h = \frac{\Delta A_i}{0,01} \Delta h.$$

Так как

$$\frac{\Delta W}{W} = \frac{\Delta h_i}{h} = \frac{\Delta A_i}{0,01} \frac{\Delta h}{h},$$

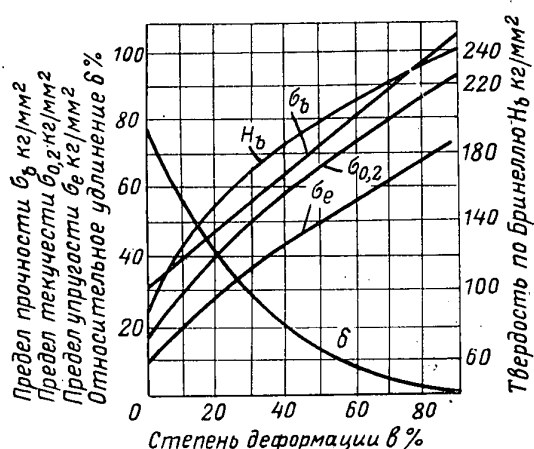
то погрешность прогиба будет

$$\Delta W = \frac{\Delta A_i}{0,01} \frac{\Delta h}{h} W.$$

При допуске на прогиб ΔW допуск на толщину пружины при рассеивании ее механических свойств, определяемых коэффициентом ΔA_i , будет

$$\Delta h = \frac{0,01}{\Delta A_i} \frac{\Delta W}{W} h. \quad (5)$$

Из равенства (5) видна зависимость величины допуска Δh от коэффициента ΔA_i , выраженного в сотых от стабильного качества, принятого за единицу.



Фиг. 6. Зависимость механических свойств фосфористой бронзы БрОФ6,5-0,4 от степени деформации.

Данный пример подтверждает, что задачей технолога является экономически целесообразный выбор значений Δh или ΔA_i при условии обеспечения заданного допуска на главный параметр W .

Однако эта задача осложняется тем, что, как указывалось выше, отдельные параметры часто находятся в очень сложной взаимосвязи, причем теоретическая сторона таких взаимосвязей почти не разработана. Например, отсутствуют формулы для определения момента трения в опорах в зависимости от их диаметра и чистоты поверхности, зазора в опорах, нагрузки на них и пр.

Все изложенное вынуждает решать значительную часть вопросов обеспечения физической взаимозаменяемости опытным путем. Главное при этом заключается в выявлении соединений и сочетаний деталей и узлов с сильно рассеивающимися физическими параметрами, а также в установлении таких параметров, которые существенно влияют на параметры готового изделия.

После выявления в изделии подобных параметров целесообразно установить их оптимальное количест-

венное значение и допустимые пределы отклонения. Эта задача решается экспериментально, на высококачественных образцах готовой продукции, прошедшей испытания, предписываемые техническими условиями. В большинстве случаев ее решают одновременно с задачей создания средств контроля физических параметров. Правильное решение указанных проблем значительно повышает качество объектов производства, а также сборки и отладки приборов.

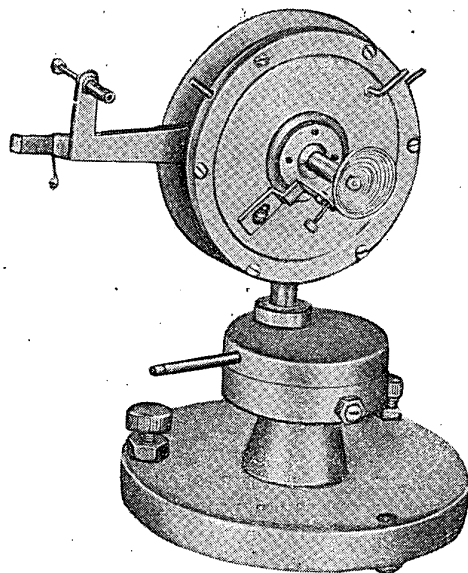
Для характеристики перечисленных положений приведем следующий пример. На одном заводе возникли затруднения с выпуском указателей тахометра, в течение длительного времени многократно браковавшихся при испытаниях с минусовыми и плюсовыми температурами и возвращавшихся вновь в сборочный цех для переборки.

Посланная на завод комплексная бригада НИИТ обнаружила недостатки в применявшейся на заводе технологии сборки прибора и изготовления деталей в механических цехах. Было рекомендовано отметить хромирование мелко модульных латунных зубчатых колес механизмов, обуславливавшее образование хромового налета на острых углах их головок, что нарушало плавность зацепления и создавало большое рассеивание величины трения в зубчатом механизме прибора. Для придания большей поверхностной твердости образующей и повышения чистоты профиля зубьев был предложен способ обкатки мелко модульных зубчатых колес с помощью каленого эталонного колеса, выполненного по высокому классу точности; это существенно улучшило такой физический параметр, как величина трения в зубчатых передачах. Чтобы обеспечить стабильность трения в опорах осей, отбраковку отверстий стали осуществлять, используя вместо микроскопа конусные иглы.

С целью достижения заданных величин основных физических параметров постоянных магнитов — магнитного потока и коэрцитивной силы улучшили технологию литья магнитов; наряду с этим применили автоматическую печь для отжига магнитов, печь для закалки их с автоматической регулировкой температуры, агрегат для намагничивания и размагничивания, коэрцитиметрическую установку, прибор для контроля магнитного потока. Все это позволило выпускать высококачественные магниты, контролируя их основные физические параметры.

Экспериментально установлены оптимальный момент и пределы его рассеивания для плоской спиральной пружины тахометра, спроектирован и изготовлен динамометр для контроля момента пружины (фиг. 7) до постановки ее в прибор.

Ранее внутренний и наружный диаметры колпачка в тахометре проверяли предельными калибрами, и считалось, что необходимая толщина его стенок будет достигаться как бы автоматически. Однако анализ толщин стенок обнаружил значительное их рассеивание, нарушавшее равномерность распределения токов Фуко в колпачке, что отражалось на точности показаний указателя тахометра. Для рав-

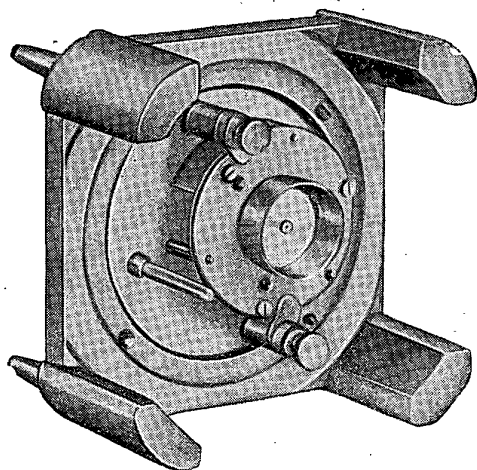


Фиг. 7. Динамометр для контроля момента пружины тахометра.

номерного распределения токов Фуко по колпачку сконструировали контрольный прибор, обнаруживающий неравномерность толщины стенок.

Спроектировано и изготовлено также приспособление для балансировки колпачка (фиг. 8).

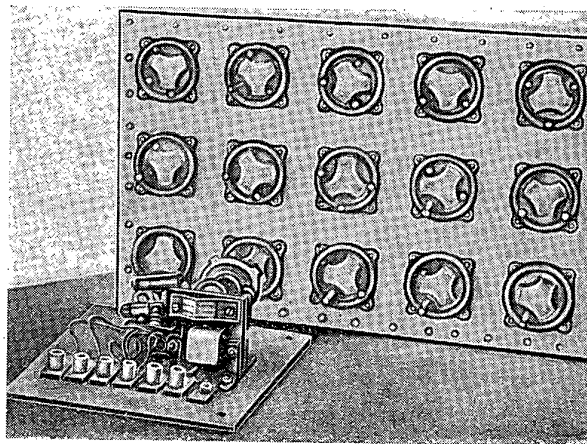
Исследованием этих механизмов установлено, что момент трения в опорах и на зубьях зубчатых колес



Фиг. 8. Приспособление для балансировки колпачка в механизме тахометра.

в течение первого часа работы прибора значительно снижается, что ухудшает качество регулировки. Указанный дефект был устранен с помощью установки для приработки механизмов (фиг. 9), выполняемой до постановки их в прибор. Опытным путем определен оптимальный момент трения и изготовлен прибор для его контроля (см. фигуру в начале статьи).

Во избежание колебания силы магнитосвязи между магнитом и колпачком вследствие осевого люфта вала ротора спроектирован и внедрен прибор, кон-



Фиг. 9. Установка для приработки механизмов.

тролирующий размер осевого люфта в шарикоподшипниках.

Все это позволило в значительной мере решить проблему физической взаимозаменяемости, организовать поточную сборку указателей тахометра, почти полностью ликвидировать возврат приборов на переборку и в короткий срок увеличить их выпуск.

Приведенные примеры подтверждают важность проблемы физической взаимозаменяемости, решение которой будет способствовать стабильности физических параметров приборов. В связи с этим необходимо оснастить сборочные процессы средствами контроля этих параметров. Внедрение подобных средств исключит субъективность контроля качества изделий и их сборки, сэкономит время, затрачиваемое на переборку приборов, возвращенных из контрольно-испытательных цехов, а также поднимет на новую ступень технику авиационного приборостроения.

Технологический анализ принципиальных схем гидросистемы самолетов

П. Н. БЕЛЯНИН

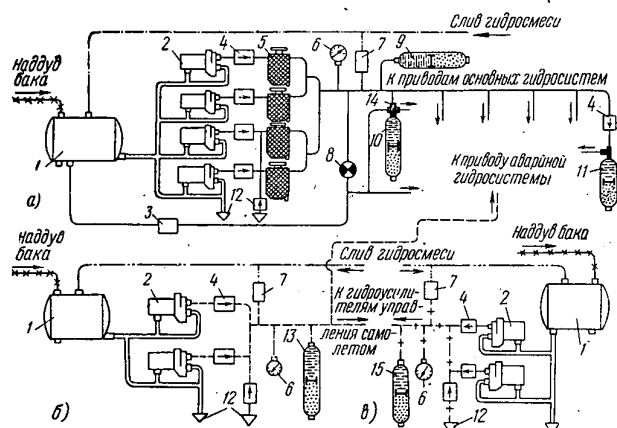
Упрощение гидросистемы значительно повышает технологичность авиационного оборудования

В статье приведен технологический анализ принципиальных схем гидросистемы ряда самолетов, выполненный с учетом условий серийного производства. Анализ осуществлен на основе сравнения

питания гидросистемы серийных машин старого (А) и нового (Б) выпуска. Прежняя схема упрощена за счет уменьшения количества автономных участков питания гидросистемы.

Машина А имела три независимые гидросистемы — основную и две бустерные, а следовательно, и три независимых участка питания. Давление смеси в системах было разным, что делало невозможным их взаимное дублирование. Основная бустерная гидросистема в недостаточной степени использовалась для аварийного питания основной системы.

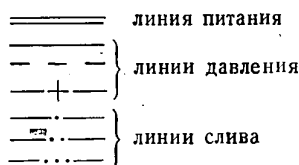
Машина Б имеет только две автономные гидросистемы — основную и бустерную, т. е. только два автономных участка питания. Давление гидросмеси в них одинаковое, что позволило основную гидросистему применять для аварийного питания бустерной и наоборот.



Фиг. 1. Принципиальная схема питания гидросистемы машины А (здесь, а также на фиг. 2, 4 и 5 часть агрегатов и узлов гидросистемы не показана).

а — основная гидросистема; б — основная и в — аварийная бустерные гидросистемы.

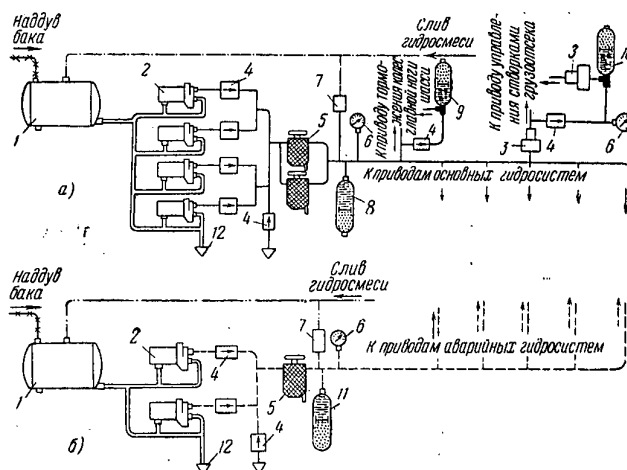
1 — гидробак; 2 — гидронасос с приводом от двигателя; 3 — ручной гидронасос; 4 — обратный клапан; 5 — фильтр; 6 — манометр; 7 — предохранительный клапан; 8 — кран; 9 — гидроаккумулятор основной гидросистемы; 10 — гидроаккумулятор аварийной гидросистемы управления створками грузоотсека; 11 — гидроаккумулятор аварийной гидросистемы торможения колес главной ноги шасси; 12 — штуцер; 13 — гидроаккумулятор основной бустерной системы; 14 — крестовина с обратными клапанами; 15 — гидроаккумулятор аварийной бустерной системы.



нескольких решений конструкторами ОКБ аналогичных задач по проектированию одинакового оборудования.

Поскольку любую гидросистему можно расчлени на участок питания (гидробак, насос, фильтр, гидроаккумулятор, манометр) и исполнительную часть (силовой агрегат, аварийный переключатель, краны управления), анализ проводили дифференцировано.

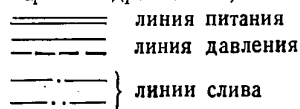
Анализ участка питания. На фиг. 1 и 2 для сравнения представлены принципиальные схемы



Фиг. 2. Принципиальная схема питания гидросистемы машины Б.

а — основная гидросистема; б — бустерная гидросистема.

1 — гидробак; 2 — гидронасос; 3 — редуктор; 4 — обратный клапан; 5 — фильтр; 6 — манометр; 7 — предохранительный клапан; 8 — гидроаккумулятор основной гидросистемы; 9 — гидроаккумулятор аварийной гидросистемы торможения колес главной ноги шасси; 10 — гидроаккумулятор аварийной гидросистемы управления створками грузоотсека; 11 — гидроаккумулятор бустерной гидросистемы; 12 — штуцер.



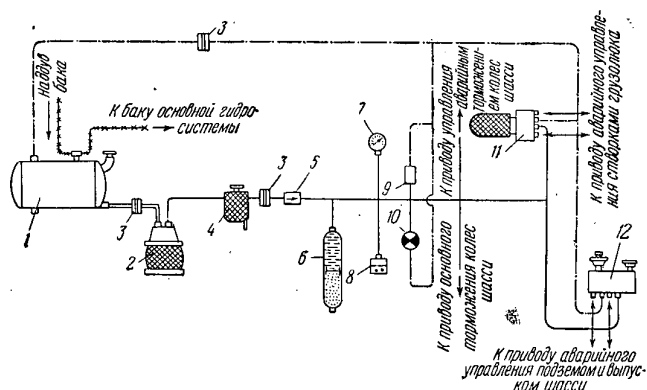
Новая гидросистема значительно технологичнее. Сокращение количества автономных участков питания позволяет уменьшить;

а) Общее количество агрегатов. Так, по сравнению с машиной А машина В имеет два гидробака вместо трех и шесть гидронасосов с приводом от двигателя вместо восьми. Сократилось также число гидроаккумуляторов, клапанов и других узлов и деталей.

б) Количество и общую длину трубопроводов.

в) Число соединений труб, что значительно облегчило герметизацию гидросистемы.

В одном ОКБ количество автономных участков питания сокращают за счет использования участков питания гидросистем, работающих только на земле, для питания аварийных гидросистем, действующих во время полета. В результате отпадает необходимость в создании специальных автономных источников питания аварийных гидросистем.



Фиг. 3. Принципиальная схема участка питания тормозной гидросистемы машины В.

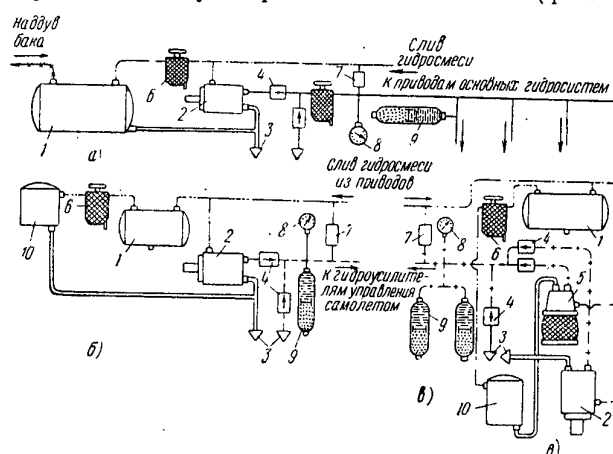
1—бак тормозной гидросистемы; 2—насосная станция; 3—клапан разьема; 4—фильтр; 5—обратный клапан; 6—гидроаккумулятор; 7—манометр; 8—переключатель давления; 9—предохранительный клапан; 10—кран; 11—кран запасного (аварийного) управления створками грузолука; 12—кран аварийного управления подъемом-выпуском шасси.

— линия питания
- - - линия давления
... линия слива

Примером такого конструктивного решения служит принципиальная схема участка питания тормозной гидросистемы машины В, показанная на фиг. 3. От этой системы (работающей на земле) питаются приводы аварийного управления створками грузолука и подъемом-выпуском шасси, работающие в полете. Схема чрезвычайно проста, так как участок питания гидросистемы в данном случае состоит из минимального количества агрегатов: бака, насоса, фильтра и гидроаккумулятора.

Технологичными являются такие конструкции, в которых источники питания аварийных и основных гидросистем объединены (закольцованы) через специальный кран. Поскольку в настоящее время в качестве аварийных источников питания широко применяют насосы с электроприводом, то в указанном случае любой насос можно будет использовать для питания каждой гидросистемы, а также для испытания всей гидросистемы на герметичность. При этом окажется ненужным испытательный стенд.

В заключение сравним принципиальные схемы гидросистем двух серийных самолетов Г (фиг. 4)

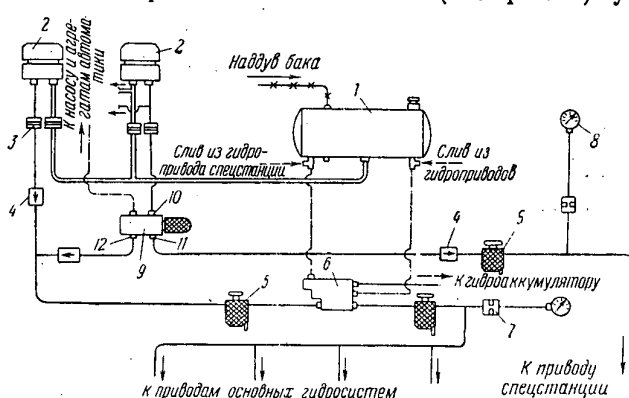


Фиг. 4. Принципиальная схема гидросистемы машины Г. а—основная гидросистема; б—основная и в—аварийная бустерные гидросистемы.

1—гидробак; 2—гидронасос с приводом от двигателя; 3—штуцер; 4—обратный клапан; 5—насосная станция; 6—фильтр; 7—предохранительный клапан; 8—манометр; 9—гидроаккумулятор; 10—сепараторный бачок.

— линия питания
- - - линия давления
... линия слива

и Д (фиг. 5) различных ОКБ. Эти машины близки по весовым и некоторым другим характеристикам. Однако гидросистема машины Г (см. фиг. 4) ус-



Фиг. 5. Упрощенная принципиальная схема гидросистемы машины Д.

1—гидробак; 2—гидронасосы; 3—разъемный клапан; 4—обратный клапан; 5—фильтр тонкой очистки гидросмеси; 6—автомат для перевода насоса на холостой ход; 7—демпфер; 8—манометр; 9—кран с электромагнитным приводом; 10, 11, 12—штуцеры.

— линия питания
- - - линия давления
... линия слива

ложнена ввиду наличия трех независимых гидросистем: основной, основной бустерной и аварийной

бустерной с двумя источниками давления. Это значительно увеличило общее количество агрегатов гидросистемы и усложнило монтажи. Из сравнения видно, что принципиальная схема, показанная на фиг. 5, значительно проще:

1. Отсутствует специальная аварийная система гидроусилителей управления самолетом и других аварийных гидросистем. Для легких самолетов, в которых пространство для размещения оборудования сильно ограничено, такое решение с точки зрения технологичности следует считать прогрессивным.

2. Вместо левого гидронасоса 2 (см. фиг. 5) может быть использован правый. В нормальных усло-

насос 2 через обратный клапан 4, фильтры 5 и автомат 6 подает гидросмесь к гидроприводам управления самолетом, аэродинамического тормоза и разворота передней управляемой ноги шасси. В случае выхода этого насоса из строя переключают кран 9; при этом правый насос 2 переходит на питание системы гидроусилителей, аэродинамического тормоза и разворота передней ноги шасси, так как гидросмесь в кране 9 пойдет теперь от штуцера 10 к штуцеру 12.

3. Упрощена схема исполнительной части.

Анализ исполнительной части. Основной способ упрощения принципиальной схемы исполнительной части гидросистемы заключается в уменьшении количества входящих в нее агрегатов. Ярким примером применения этого способа является изменение схемы основной и аварийной гидросистем подъема и выпуска передней ноги шасси в машине Е по сравнению с изделием Б (фиг. 6). Как видно из фигуры, количество агрегатов в исполнительной части гидросистем уменьшилось с 13 до 6.

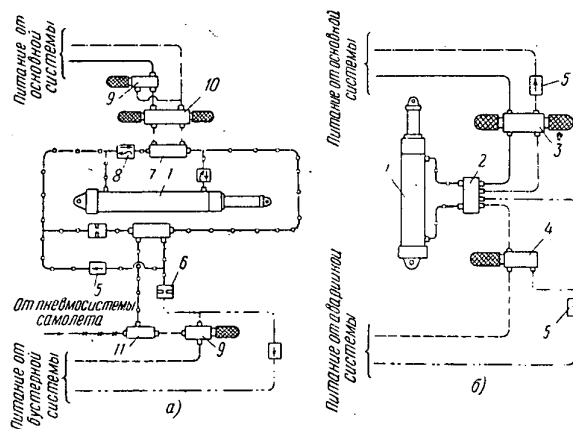
Исполнительная часть наиболее технологична тогда, когда она состоит из трех агрегатов: распределительного крана, аварийного переключателя и силового цилиндра (или гидродвигателя).

Эффективно также сокращение числа дублирующих друг друга гидросистем в том случае, если можно обойтись без такого дублирования (имеются в виду аварийные гидросистемы). В качестве иллюстрации может служить самолет Ту-104, у которого аварийная гидросистема отсутствует и имеется только основная гидросистема разворота передней ноги шасси. Успешная эксплуатация серийных машин с сокращенным количеством аварийных гидросистем позволяет, несмотря на некоторое снижение надежности, оценить подобные конструкции, как прогрессивные.

Выводы

Обилие различных решений в области проектирования гидросистем, близких или аналогичных по назначению, приводит к созданию недостаточно технологичных конструкций. Поэтому в настоящее время актуальна разработка в ОКБ и ОКБС простейших принципиальных гидросистем, а также унификация или даже стандартизация их для машин данного класса.

Стандартизация условных обозначений гидроагрегатов и труб облегчит чтение принципиальных схем на серийных заводах.



Фиг. 6. Принципиальная схема исполнительной части гидросистемы подъема и выпуска передней ноги шасси машин Б(а) и Е(б).

1—силовой цилиндр подъема и выпуска ноги шасси; 2—аварийный переключатель; 3—кран управления подъемом и выпуском шасси от основной системы; 4—кран аварийного управления подъемом и выпуском шасси; 5—обратный клапан; 6—дрессель; 7—гидрозамок; 8—дрессель; 9—двухпозиционный кран; 10—трехпозиционный кран; 11—аварийный клапан.

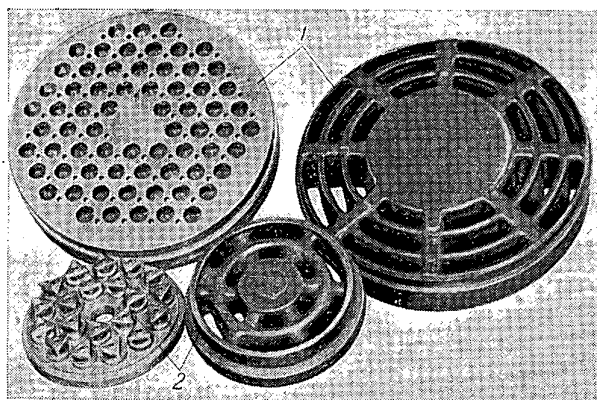
- — — } линии давления
- · — } линии слива
- ○ — рабочая линия трубопровода
- × — линия пневмосистемы.

виях правый насос подает гидросмесь под высоким давлением в привод спецстанции через двухпозиционный золотниковый кран 9. Гидросмесь поступает от штуцера 10 к штуцеру 11 (и далее) через обратный клапан 4 и фильтр 5. В это время левый

Выбор конструкции компрессорных клапанов

С. П. ШИЛЕНКОВ

Преимущества тарельчатых клапанов и примеры их расчета

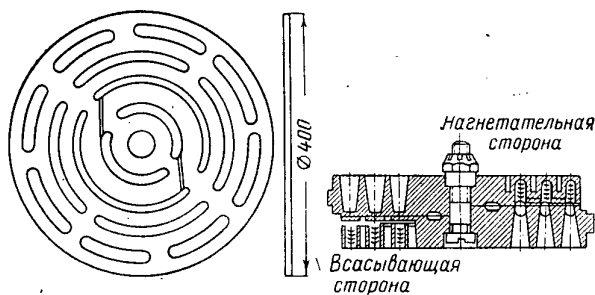


Клапаны воздушных компрессоров.

1—фирмы Ingersoll Rand; 2—завода «Борец».

Клапаны являются наиболее ответственными узлами компрессора. Как правило, они должны обеспечивать достаточную плотность, своевременно открываться и закрываться, иметь малое сопротивление потоку газа, а также быть износостойчивыми и прочными. Главное условие хорошей работы клапана — это возможно меньшая масса его подвижных элементов или минимальное отношение их веса к площади проходного сечения.

Существуют два основных вида самодействующих клапанов компрессора — тарельчатые и пластинчатые; последние в свою очередь делятся на дисковые

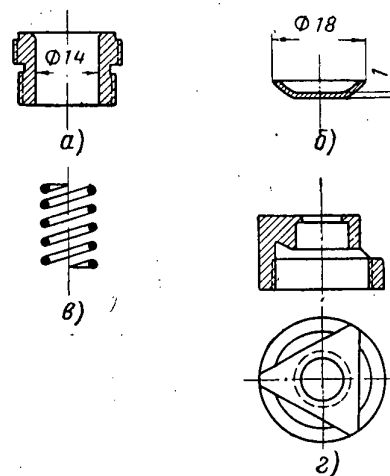


Фиг. 1. Дисковые пластинчатые клапаны.

и кольцевые. Дисковые пластинчатые клапаны (фиг. 1) широко применяются на малооборотных компрессорах, однако конструкция их сложна. Изготовить качественную пластину такого клапана силами завода практически невозможно, так как для этого требуются специальные материалы и оборудование. Кольцевые клапаны также обладают существенными недостатками. Отношение веса подвижных элементов к площади проходного сечения у них чрез-

мерно велико, а необходимость в кольцах различного диаметра даже для одного и того же компрессора вынуждает иметь большой запас этих клапанов и делает невозможной их унификацию. Кроме того, при больших диаметрах колец не обеспечивается герметичность закрытия, ввиду того, что клапаны коробятся во время изготовления, а также в процессе работы при высокой температуре. Следует учитывать и то, что для пластинчатых, дисковых и кольцевых клапанов нужны сложные чугунные седла.

Наиболее целесообразна конструкция тарельчатого клапана (фиг. 2). Она лишена недостатков рассмотренных видов клапанов и обеспечивает длительную надежную работу компрессора без больших



Фиг. 2. Детали сферического тарельчатого клапана.

а—седло; б—тарелка; в—пружина; г—гайка.

затрат рабочей силы и материалов. Тарельчатые клапаны легко можно изготовить на любом заводе, эксплуатирующем компрессоры. Каждый такой клапан состоит из седла а, тарелки б, пружины в и гайки г. Его габаритные размеры 25×20 мм.

В зависимости от размеров клапанного гнезда компрессора тарельчатые клапаны монтируют по концентрическим окружностям на особый диск, образуя, таким образом, единый групповой клапан (см. фигуру в начале статьи).

Их преимущества следующие:

а) возможность применения для всасывания и нагнетания;

б) возможность монтажа в любом количестве, а также замены клапанов любых типоразмеров на компрессорах разных фирм;

в) наименьшее отношение веса подвижных частей к площади проходного сечения;

г) бесшумность работы;

д) рациональные проходные сечения; отсутствуют также причины, вызывающие потери давления.

Будучи прямооточными эти клапаны не изменяют направления воздушного потока, в связи с чем отсутствуют встречные потоки. Детали клапана можно изготовить в больших количествах на токарных станках и эксцентриковых прессах.

Практика показала, что тарельчатые клапаны пригодны как для тихоходных, так и для быстроходных компрессоров. За время двухлетней эксплуатации компрессора ЗИФ—ВКС—6 с числом оборотов 1500 в минуту не было ни одного случая выхода клапанов из строя. В конце этого срока плотность их закрытия была нормальной; испытание керосином показало отсутствие течи. Такие же высокие качества клапанов установлены при длительной эксплуатации компрессора 45В производительностью 60 м³/мин с числом оборотов 187 в минуту. На основе результатов испытаний все компрессорные клапаны заменены на заводе тарельчатыми. Это мероприятие дает на каждый кубический метр производительности компрессора экономию более 80 руб. в год.

В настоящее время указанные клапаны работают на компрессорах фирм Ingersoll Rand и Bellis Morcom, а также Сумского завода и заводов «Борец» и «Компрессор». Ниже приведен пример расчета тарельчатых клапанов воздушного компрессора фирмы Ingersoll Rand, производительностью 100 м³/мин и числом оборотов 187 в минуту.

Площадь щели клапана определяют, исходя из допустимых скоростей проходящего через нее газа, по формуле

$$f_{\text{щ}} = F \frac{C_{\text{ср}}}{z C_{\text{щ}}},$$

где $f_{\text{щ}}$ — площадь щели при полном открытии клапана в см²;

z — число клапанов, действующих совместно;

F — рабочая площадь поршня в см²;

$C_{\text{ср}}$ — средняя скорость поршня в м/сек;

$C_{\text{щ}}$ — средняя скорость газа в щели клапана в м/сек.

По конструктивным соображениям диаметр проходного отверстия седла клапана был выбран равным 18 мм, подъем тарелки клапана — 2,5 мм, ее диаметр — 22 мм, толщина — 1,2 мм. (Материал тарелки — сталь 20ХНФА твердостью $H_B = 321-363$). Заготовку термообработывают, закаливая в масле при 850°С и отпуская при 480—540°С.

Для данного компрессора площадь щели одного клапана при выбранных размерах равна 1,5 см². Количество клапанов определяют в зависимости от площади клапанной доски, которая будет установлена в гнезде для клапана, находящемся в цилиндре компрессора. Так, на площади этой доски всасывающего группового клапана первой ступени компрессора фирмы Ingersoll Rand разместился 81 тарельчатый клапан. В каждой полости первой ступени имеются три групповых клапана. Тогда через каждый группо-

вой клапан приходится пропустить следующий объем газа (в м³/сек):

$$V_1 = \frac{50}{3 \cdot 60} \approx 0,277.$$

В этом случае каждый тарельчатый клапан пропускает (в м³/сек):

$$V_2 = \frac{0,277}{81} = 0,00342.$$

Площадь щели одного клапана равна 0,00015 м². Отсюда скорость газа в щели (в м/сек)

$$C_{\text{щ}} = \frac{0,00342}{0,00015} = 22,8.$$

Согласно таблице, составленной М. И. Френкелем*, средняя скорость газа в щели в диапазоне давлений 1—5 ата не должна превышать 60—35 м/сек (меньшие значения — для тихоходных компрессоров). Следовательно, в данном случае количество тарелок и площади щелей выбраны правильно.

Потери давления при полностью открытом клапане можно подсчитать по формуле

$$\Delta p = \epsilon \gamma \frac{C_{\text{щ}}^2}{2g},$$

где ϵ — коэффициент сопротивления для данного клапана, равный 1—3 (меньшие значения ϵ соответствуют меньшим величинам подъема тарелки при том же седле);

γ — удельный вес газа в кг/м³;

g — ускорение силы тяжести в м/сек².

Замыкающий орган — тарелка клапана — выштампован по сфере, а седло имеет плавно закругленную кромку. Таким образом, при открытом клапане профиль щели образован двумя радиусами с плавным сужением и последующим расширением. В такой щели не происходит сужения струи газа, и часть скоростного напора струи, как в диффузоре, преобразовывается вновь в давление.

Скорость газа в седле приближенно определяется из соотношения

$$C_c = C_{\text{щ}} \frac{2h}{b},$$

где h — высота подъема клапана;

b — ширина прохода газа в седле.

Если $b = 18$ мм, то проходное сечение седла (в м²)

$$f_c = \frac{3,14 \cdot 18^2}{4 \cdot 1000^2} = 0,000254.$$

При пропускании через седло 0,00342 м³/сек газа скорость последнего (в м/сек)

$$C_c = \frac{0,00342}{0,000254} \approx 13,4,$$

т. е. на 40% меньше скорости в щели клапана. (Рекомендуется выбирать скорость газа в проход-

* М. И. Френкель. Поршневые компрессоры. Машгиз, 1949, стр. 223.

ном сечении седла по крайней мере на 20% меньше скорости в щели). Следовательно, проходное сечение седла определено правильно.

Расчет пружин основан на определении величины силы предварительного затяга пружины при полностью закрытом клапане, отнесенной к 1 м² проходного сечения. Эта сила (в кг/м²) по Н. А. Доллежалю *:

для всасывающего клапана

$$B_0 \approx 0,074 \cdot n \sqrt{\frac{m}{f_c} \frac{k P_b h}{1 + \epsilon_m}};$$

для нагнетательного клапана

$$B_0 \approx 0,074 \cdot n \sqrt{\frac{m}{f_c} \frac{k P_b h}{\epsilon_m}},$$

где n — число оборотов компрессора;

m — масса тарелки + $\frac{1}{3}$ массы пружины в кг · сек²/м;

k — показатель адиабаты;

P_b — давление перед всасывающим клапаном в кг/м²;

h — высота подъема клапана в м;

ϵ_m — относительное мертвое пространство;

τ — отношение давлений.

В выполненных конструкциях сила пружины при полностью открытом клапане составляет 300÷

* Н. А. Доллежалю. Расчет основных параметров самодельствующих пластинчатых клапанов. «Общее машиностроение», 1941, № 1.

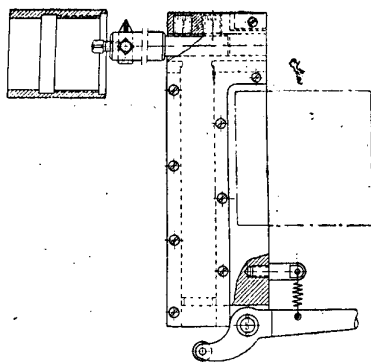
3000 кг/м². (Большие значения применяются при высоком числе оборотов и для клапанов среднего и высокого давления). Сила предварительного затяга пружины при полностью закрытом клапане должна составлять 0,2—0,5 указанных значений, причем для всасывающих клапанов первой ступени ее следует принимать равной 200—300 кг/м².

Выбор пружин для всасывающих клапанов первой ступени, у которых всасывание протекает при атмосферном давлении, требует большой осторожности и экспериментальной проверки во избежание значительного снижения производительности. Исходя из приведенных положений, для этих клапанов были выбраны пружины с проволокой диаметром 0,6 мм; для клапанов второй ступени и нагнетательных использовали проволоку диаметром 0,8 мм. Высота пружины 15 мм, диаметр витков 10 мм, количество витков не менее четырех. Сила предварительного затяга пружин при полностью закрытом клапане для всасывающих клапанов первой ступени составляла 140 кг/м², для нагнетательных и второй ступени — 380 кг/м². Материал пружин — стальная проволока 50ХНФА (ГОСТ В-2052—43). После навивки пружины подвергали термообработке по следующему режиму: закалка при 860° С в масло и отпуск при 450° С с охлаждением в воде.

С целью определения усадки в работе пружины подвергали релаксации в сжатом состоянии при температуре 250° С в течение 24 час. для того, чтобы установить шаг навивки, который будет несколько большим, чем по чертежу. После установки тарельчатых клапанов компрессор показал во время испытания производительность на 0,5% большую, чем при работе с пластинчатыми клапанами.



В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ



Приспособление для скоростного нарезания внутренней резьбы на токарном станке

На Киевском заводе станков-автоматов спроектировано и внедрено в производство приспособление для скоростного нарезания внутренней резьбы на токарном станке. Приспособление крепится прижимными винтами в резцедержателе станка. При установке необходимо поставить режущую кромку резца по высоте центров, а ролик детали — против упора, расположенного на направляющих станка. Упор устанавливают в требуемом положении до подвода резца к детали. Посредством приспособления можно нарезать внутреннюю резьбу при любых скоростях, как с канавкой для выхода резца, так и без канавки.

По материалам ЦБТИ Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, «Обмен опытом», 1957, № 22. Публикуется в сборнике НИИAT «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, № 2.

ТЕХНОЛОГИЯ

25X1

Задачи технологических служб в связи с перестройкой управления промышленностью

Я. Я. ВИЛЯМОВСКИЙ

Новые формы организации управления промышленностью и строительством требуют от работников всех звеньев аппарата нового подхода к решению текущих вопросов, а также улучшения связи серийных заводов, подведомственных совнархозам, с научно-исследовательскими институтами и опытными конструкторскими бюро.

Для обсуждения первых результатов деятельности в новых условиях и определения основных направлений работы по сокращению сроков освоения изделий главным управлением совместно с НИАТ проведено совещание главных технологов ОКБ.

Опыт работы, накопленный за прошедшие после перестройки месяцы, помог выяснить и обсудить, какие изменения нужно внести в сложившиеся ранее взаимоотношения ОКБ и НИАТ с серийными заводами, что нужно сделать для более эффективной помощи заводам по освоению выпуска новых изделий и дальнейшему повышению технического уровня производства.

К числу первоочередных задач необходимо отнести следующие:

1. Дальнейшее сокращение сроков подготовки производства новых изделий в ОКБ и на серийных заводах.

2. Повышение качества технологической отработки конструкции изделий в ОКБ.

3. Заблаговременное и рациональное определение завода, на который передается новое изделие для серийного выпуска; закрепление опытных объектов за серийными предприятиями.

4. Заблаговременная, совместная с серийным заводом, НИАТ и Гипроавиапромом, разработка директивного технологического процесса; всемерное развитие взаимного контакта технологов ОКБ, НИАТ и серийных заводов.

5. Своевременная подготовка серийного завода к производству нового объекта, ориентация его на освоение новых технологических процессов, на оснащение цехов новыми видами специализированного оборудования.

6. Резкое улучшение качества и сокращение объема выпускаемой ОКБ технической документации.

Имеющийся положительный опыт отдельных ОКБ в этом деле следует быстрее распространять и всячески поощрять.

7. Разработка методов и средств механизации наиболее трудоемких процессов технического контроля в серийном производстве. Создание испытательных стендов для всестороннего контроля процессов сборки, оснащение производства средствами проверки надежности работы монтажей и аппаратуры на самолетах.

Сокращение сроков подготовки производства и внедрение новой техники

На совещании в результате всестороннего обсуждения были установлены основные направления и методы решения перечисленных выше задач.

Отмечено, что заблаговременная разработка директивных технологических материалов в ОКБ совместно с институтами и серийным заводом будет значительно способствовать сокращению сроков освоения нового изделия. Однако непременным условием является предварительное выделение серийного завода для его изготовления.

Директивная технология может разрабатываться в несколько этапов, но она должна быть создана в обязательном порядке на каждую конструкцию и утверждена руководителями организаций, принимающих участие в ее отработке.

В директивные технологические материалы безусловно должны быть включены:

- а) технологическая характеристика изделия;
- б) основные параметры, характеризующие технологичность изделия;
- в) характеристики новых технологических процессов и нового специального оборудования с техническими условиями на его проектирование;
- г) объем технологического оснащения первой очереди;
- д) планируемая трудоемкость изделия по видам работ на заданный объем выпуска;
- е) комплексный план внедрения новой техники на серийном заводе, осваивающем новое изделие.

Разрабатываемые директивные технологические материалы должны становиться достоянием всех родственных ОКБ, так как анализ и сопоставление достигнутых результатов помогут улучшить новые конструкции.

Очевидно, что серийные заводы в целях сокращения сроков подготовки производства должны начинать работать над новым объектом значительно раньше, чем это было до сих пор, своевременно выделять специалистов, которые занимались бы исключительно проработкой заданий, связанных с освоением нового изделия. Необходимо в заводской структуре предусмотреть наличие инженерного ядра для решения перспективных вопросов. Связанные с этим затраты без сомнения окупятся.

Для этого, конечно, нужно своевременно выделять ассигнования на организацию новых мастерских, участков, на реконструкцию отдельных цехов, подготовку и обучение кадров и др. Все это создаст реальные возможности для быстрой организации серийного производства новых изделий.

Участники совещания предлагали как можно быстрее организовывать на серийных заводах мастерские по обработке травлением («химическому фрезерованию»); сварочные участки; цехи по изготовлению монолитных панелей, оснащенные всем необходимым современным оборудованием; участки по герметизации агрегатов и др.

На некоторых заводах, как было отмечено на совещании, графики выпуска чертежей изделия и самого изделия все еще составляются без увязки с графиком подготовки производства. Этот серьезный недостаток необходимо устранить и перейти к разработке сквозных графиков освоения изделия с указанием: сроков подачи чертежей, этапов подготовки производства, обеспечения металлом и полуфабрикатами с учетом возможной кооперации.

Участники совещания отмечали, что решение технологических задач в области внедрения новой техники необходимо осуществлять по двум направлениям. Первое из них — совершенствование технологических процессов, уже освоенных в производстве. Отраслевые управления совнархозов и серийные заводы должны решать эти задачи, привлекая не только НИАТ, но и другие институты областного, республиканского и союзного значения. Второе — разработка и освоение новых технологических процессов, необходимость в которых вызывается особенностями новых изделий. На решение этих задач должны быть направлены усилия ОКБ, специализированных институтов и серийного завода, осваивающего процесс. Внедрение новых процессов должно находиться под особым контролем отраслевых управлений совнархозов. Сроки внедрения нужно устанавливать в строгом соответствии с графиком запуска нового изделия.

Важное значение имеет дальнейшее увеличение парка специализированного оборудования. В этой области еще недостаточно четко определены организационные формы работы. Высказывались пожелания об усилении в НИАТ подразделений, занимающихся разработкой типажа оборудования, технических

заданий на него, и подразделений, занимающихся его конструированием. Эта работа должна проводиться систематически; необходимо постоянно изучать и обобщать опыт отечественной и зарубежной промышленности в области создания специальных станков. Следует в ближайшее время определить порядок централизованного заказа специализированного оборудования, в особенности вновь разрабатываемого. Для этого целесообразно, чтобы НИАТ ежегодно предлагал необходимый минимум наиболее прогрессивного оборудования для освоения станкостроительной промышленности. Целесообразно выделить по плану новой техники госбюджетные ассигнования на оплату этих станков, что значительно ускорило бы их внедрение.

Участники совещания внесли предложение о первоочередном оснащении ОКБ новыми видами специальных станков — это позволит правильное отрабатывать новые технологические процессы для серийных заводов.

Директивные технологические материалы

В одном из ОКБ совместно с НИАТ и серийным заводом разработаны директивные технологические материалы на новое изделие.

Еще до этих материалов ОКБ, серийным заводом, НИАТ и Главным управлением были созданы «Основные положения по освоению серийного производства нового объекта». Они содержали важнейшие принципы, которые затем были заложены в директивные технологические материалы, в том числе:

а) директивные технологические материалы являются основным руководящим документом при запуске изделия в серийное производство;

б) все эти материалы разрабатываются на основе программы, установленной заводу;

в) для производства головной серии изделия из необходимого серийного оснащения изготавливается только та оснастка, без которой невозможно качественно выполнить эту серию;

г) технология разрабатывается с учетом существующих на серийном заводе подразделений, площадей и размещения цехов. При этом возможны и отдельные перепланировки площадей, вызванные внедрением новой технологии и конструктивными особенностями изделия.

Кроме того, в «Основных положениях» предусмотрены принципиальные установки по системе увязки оснастки, обеспечению взаимозаменяемости, кооперации с другими заводами, а также имеется перечень материалов, подлежащих разработке. В директивной технологии главное внимание уделялось проблемам, новым по отношению к уже освоенной машине.

«Основные положения» и директивные технологические материалы, намеченные для разработки в ОКБ совместно с заводом и НИАТ, были тщательно рассмотрены и утверждены на техническом совете серийного завода.

В результате технологической проработки чертежей механически обрабатываемых, штампуемых и

других деталей были внесены значительные поправки.

Механическая обработка. Было сделано 1150 замечаний и предложений, относящихся к изменениям конструкций деталей и узлов; замене материалов, изменениям заготовок; уточнению размеров, допусков и пр.; были классифицированы по технологическим признакам механически обрабатываемые детали, причем установлено, что из 514 групп деталей нового изделия 106 идентичны деталям освоенного изделия. Были выявлены группы деталей, изготовление которых требовало разработки новых технологических процессов и оснащения (в частности, монолитные панели, стрингеры с двумя законцовками, клиновидные обшивки и др.).

В новом изделии характерно применение более совершенных заготовок с минимальными припусками на механическую обработку (табл. 1).

Таблица 1

Применение заготовок различных видов в освоенном и новом изделиях

Заготовки	Освоенное изделие	Новое изделие
Количество наименований точных отливок	Не применялись	138
Количество наименований пресованных профилей переменного сечения	7	21
Количество штук крупногабаритных цветных штамповок	1047	2289

В результате предварительной проработки выявлена потребность в создании и изготовлении 13 единиц нового специального оборудования и модернизации шести единиц.

Несмотря на значительное увеличение в новом изделии количества механически обрабатываемых деталей потребность в специальной станочной и контрольной оснастке по сравнению с уже освоенным изделием уменьшилась более чем на 50%, что обусловлено большим числом деталей, позволяющих использовать универсальную оснастку, деталей, вообще не требующих специальной оснастки, а также использованием оснастки, применявшейся ранее.

Запроектирован механосборочный цех для изготовления и сборки крупных узлов, организация которого предусматривает сокращение трудоемкости работ в цехе окончательной сборки, механизацию доводочных операций, а также обеспечение взаимозаменяемости узлов.

Заготовительно-штамповочные работы. Было сделано 843 замечания, из которых принято 715. Замечания в основном были направлены на повышение технологичности деталей и применение легкообрабатываемых материалов. В частности, предложено упростить обшивки сложной формы, наличие которых обуславливало большое количество ручных работ, и детали каркаса, изготовленные из листа, с габаритными размерами, не позволяющими применять формование резиной.

Согласие ОКБ на упрощение этих деталей позволило серийному заводу проводить обтяжку обшивок на существующем оборудовании, формовать детали каркаса резиной, а сложные участки обшивок штамповать на падающих молотах.

Параллельно были разработаны технические условия на поставку деталей с указанием допустимых отклонений и гарантированных припусков; схемы листов обшивок на все агрегаты с указанием оборудования для формообразования; сводные ведомости необходимой для серийного производства оснастки (табл. 2).

Таблица 2
Количество оснастки, необходимое для серийного производства освоенного и нового изделий

Наименование оснастки	Освоенное изделие	Новое изделие
Штампы инструментальные	11 923	3891
Штампы для падающих молотов	2 780	1045
Формблоки металлические	2 080	126
Формблоки баинитовые	8 624	3764
Ролики, цанги и оправки металлические	7 921	799
Контрольные плазы, копиры для обтяжки деталей из пресованных профилей и оправки	2 450	467
Болванки деревянные и макеты поверхности	2 390	1068
Болванки пескоклеевые	2 352	371

Директивным технологическим процессом предусмотрено применение нового специального оборудования и модернизация существующего, в том числе: новые станки для гибки-прокатки и правки монолитных панелей, новый станок для гибки-прокатки мелких деталей; модернизация обтяжно-растяжного прессы РО-1 с помощью универсальных зажимов, модернизация обтяжно-растяжного прессы РО-3 с использованием регулирующих винтов вместо набора копиров для установки зажимов; модернизация кромко-фрезерного станка ФОЛ-2 с применением специальной фрезерной каретки и др.

В результате проработки этого раздела внесены предложения о включении в план НИАТ научно-исследовательских тем по изысканию методов и средств изготовления некоторых новых деталей, в том числе криволинейных деталей из пресованных профилей переменного (ступенчатого) сечения, деталей из листов с местными изменениями толщины, получаемыми травлением, клиновидных обшивок, монолитных обшивок знакопеременной кривизны и др.

Литейные работы, горячая штамповка, покрытия и обработка травлением. В новом изделии резко возросло количество и вес стальных деталей. Директивной технологией предусматривается изготовление всех литых стальных деталей (138 наименований) методом точного литья по выплавляемым моделям, а также исполь-

зование метода литья в оболочковые формы для изготовления нескольких крупногабаритных деталей без припусков на механическую обработку.

Проведенная работа дает возможность заблаговременно распределить заказы поставщикам, согласовать с ними технические условия и своевременно разработать чертежи штамповки. Все это положительно отразится и на сроках подготовки производства. Выяснилась необходимость дополнительного оснащения серийного завода механическими ковочными прессами для получения штамповок с более жесткими допусками.

Новое изделие характеризуется широким использованием химического фрезерования (указанным способом обрабатывается 740 деталей). Это требует организации соответствующих мастерских с полным оснащением необходимым оборудованием.

Новым является также твердое анодирование, применяемое для обработки ответственных узлов шасси и гидросистемы. Этот процесс также потребует создания специальной мастерской.

Агрегатно-сборочные работы. Широкое членение агрегатов нового изделия на под сборки обеспечивает максимальную механизацию и развернутый фронт сверлильно-клепальных работ. Технологи выявили 27 новых, еще не освоенных, технологических процессов, связанных с агрегатно-сборочными работами. К ним относятся: клепка скобой-автоматом верхних и нижних панелей агрегатов оперения; сборка агрегатов из монолитных панелей; фрезерование плоскости разъема кия; двусторонняя потайная клепка конусных пакетов; обработка классных отверстий под стыковочные болты и гайки в агрегатах и др.

Таким образом:

1. Директивные технологические материалы, созданные комплексной бригадой по чертежам опытного экземпляра изделия, дают возможность развернуть подготовку серийного производства задолго до поступления на завод конструктивных чертежей серийной машины и значительно сократить ее цикл.

2. Технологический контроль чертежей опытной машины, проведенный большим количеством специалистов, позволил сделать значительное количество замечаний и тем самым дать конструкторам развернутые рекомендации для использования их уже в начале отработки нового изделия.

3. Комплексная бригада выявила важные темы для разработки научно-исследовательскими институтами.

4. Значительно повышена технологичность многих важнейших деталей и узлов нового изделия.

Все это позволяет сделать вывод, что подобные директивные технологические материалы должны создаваться в обязательном порядке на каждую машину, подлежащую серийному производству. Целесообразно, чтобы НИАТ совместно с ОКБ и серийными заводами отработал обязательный минимум директивной технологической документации.

Опыт показывает, что в создании директивных материалов инициатива должна принадлежать работникам ОКБ, так как именно они могут наиболее

правильно определить своевременность выполнения этой работы и привлечь к ней серийный завод, НИАТ, ВИАМ и другие институты и организации.

Комплексные планы внедрения новой техники

На основе директивных технологических материалов и одновременно с ними нужно составлять комплексные планы внедрения новой техники на серийном заводе. Такой план должны разрабатывать совместно ОКБ, серийный завод, НИАТ и Гипроавиапром с привлечением в необходимых случаях других научно-исследовательских институтов.

Техническим отделам отраслевых управлений совнархозов комплексный план поможет планировать и организовывать работу по повышению технического уровня производства на предприятиях.

Важную роль в выполнении указанных планов должны играть технологические лаборатории серийных заводов и ОКБ. Перед ними стоят такие актуальные задачи, как отработка процесса изготовления и сборки конструкций из монолитных панелей, освоение изготовления сотовых конструкций и новых герметиков, изыскание методов обработки новых высокопрочных материалов, дальнейшая механизация и автоматизация сварочных процессов и др.

В комплексном плане необходимо предусматривать темы, требующие предварительной теоретической и экспериментальной разработки в таких научно-исследовательских и проектных институтах, как НИАТ, ВИАМ, Гипроавиапром и др.

Следует шире привлекать Гипроавиапром к созданию более совершенного нестандартного оборудования, проектированию средств механизации и автоматизации производственных процессов и контрольно-испытательных станций на серийных заводах.

Самостоятельным разделом комплексного плана является освоение новых материалов. Разработка технических требований и технических условий на материалы, своевременная выдача заказа на опытную партию и затем на серию, определение завода-изготовителя и контроль за сроками исполнения — все это важнейшие вопросы, влияющие на сроки выпуска новых объектов.

Другим самостоятельным разделом должно быть внедрение специализированного оборудования и агрегатных станков. На этом участке фактор времени играет решающую роль, так как производство станка — от начала конструирования до выполнения в металле — занимает два-три года.

Техническая информация и обмен опытом

В новых условиях особую роль приобретает организация технической информации и обмена опытом между серийными заводами. Формы этой работы должны быть гибкими и разнообразными. Сюда следует отнести проведение систематических семинаров-совещаний по обмену опытом и внедрению новой техники, ознакомление с материалами постоянной технологической выставки, организация передвижных выставок, издание технических бюллетеней, листов рационализаторов и т. п. В этой работе осо-

бенно важна роль НИАТ, в котором сосредоточиваются материалы о всем новом и совершенном, достигнутом заводами и ОКБ в области технологии и организации производства.

Технические отделы отраслевых главных управлений совнархозов должны взять на себя инициативу в организации кустовых совещаний по обмену опытом в области новой техники, с привлечением НИАТ и его передвижных выставок. Серийным заводам необходимо тщательно контролировать взаимный обмен информационными техническими изданиями с родственными предприятиями и без задержек высылать эти издания в БТИ НИАТ.

На опытные конструкторские бюро надо возложить обязанности через НИАТ широко информировать заводы о всех вновь отработанных технологических процессах. Техническим отделам управлений совнархозов следует рекомендовать составление планов командирования ИТР и работников заводууправлений на родственные предприятия с целевыми заданиями. По результатам командировок необходимо, как правило, составлять отчеты, графики внедрения новинок, привезенных с других заводов, публиковать статьи по обмену опытом. Отчеты нужно заслушивать на отраслевых технических советах заводов с привлечением широкой общественности и новаторов производства.

Важным участком является систематическая информация о достижениях за рубежом, организация регулярного обмена переводами из иностранных журналов.

Следует особо отметить инициативу НИАТ по созданию новых технических фильмов и рекомендовать увеличение их выпуска и расширение тематики.

Существующая система информационной работы, как это выявилось на совещании, не обеспечивает регулярного обмена передовым опытом между серийными заводами и, в особенности, между ОКБ. БТИ НИАТ, информационные службы ОКБ и серийных заводов, отраслевые управления совнархозов должны повысить активность и добиться согласованности во всех мероприятиях по обмену опытом.

Новая экспозиция технологической выставки ГКАТ (закончена к 40-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции) свидетельствует о больших успехах авиационных заводов. Выставка используется как одна из основных форм работы по распространению передового опыта и способствует значительному повышению технического уровня работников ОКБ и заводов. Большого внимания заслуживает система так называемых «горизонтальных связей», применяемая отдельными ОКБ при запуске опытного объекта в серийное производство. Под этим подразумевается передача опыта рабочих, мастеров, технологов и руководителей цехов и отделов ОКБ, уже освоивших новые процессы, а также методов и оборудования, соответствующим работникам серийного завода. Практика показывает, что подобные связи сильно ускоряют освоение серийного выпуска нового изделия.

К вопросу о технологичности конструкции самолета

И. В. АРГУНОВ и А. К. ЕМЕЛЬЯНЕНКО

В связи со значительно возросшей сложностью конструкции современного самолета резко увеличилась стоимость его производства. Поэтому задача обеспечения технологичности конструкции, как основного средства снижения стоимости самолетов, приобрела еще большее значение.

В статье на основе опыта работы ОКБ изложены некоторые предложения по обоснованию показателей технологичности и по организации технологической разработки конструкции в процессе проектирования самолета.

При обсуждении вопроса о критериях оценки технологичности конструкции самолета высказываются различные точки зрения.

Делаются предложения принять ряд показателей, характеризующих отдельные стороны конструкции, которые в совокупности дают общую оценку технологичности. Предлагается также установить количественное соотношение между принятыми коэффициентами и путем арифметических действий над ними

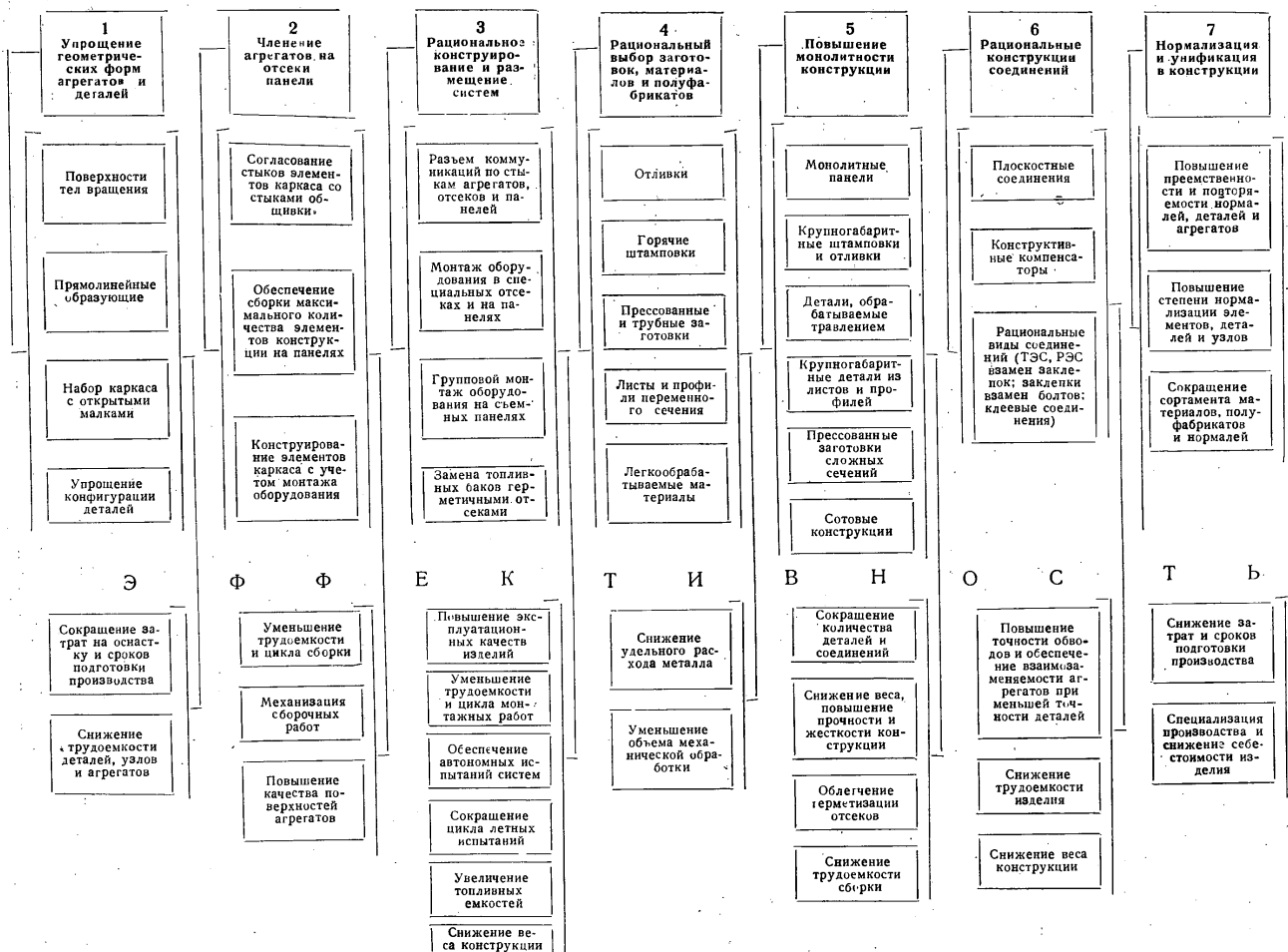
получать один комплексный показатель технологичности по различным классам самолета. Некоторые авторы считают целесообразным принять за основную характеристику удельную трудоемкость, т. е. трудоемкость единицы веса конструкции.

Все эти предложения не вполне отвечают поставленной задаче, если иметь в виду, что система анализа технологичности должна способствовать выбору наиболее рационального варианта конструкции изделий, а также сравнительной их оценке, т. е. должна быть основой технологического расчета конструкций.

Развитие конструкции сопровождается изменением характера ее элементов, внедрением новых и совершенствованием существующих технологических процессов, перераспределением их удельного веса в производстве самолетов.

Увеличение монолитности конструкции и точности ее деталей вызвало значительное повышение объема механической обработки и одновременно снижение

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ



объема сборочно-клепальных работ. Например, по одному из изделий при переходе к монолитным панелям крыла количество листовых деталей сократилось на 40%, а количество заклепок на 1 кг веса — с 46 до 28 шт.; применение контактной электросварки также снизило объем заклепочных соединений и т. д.

Конструкция непрерывно видоизменяется, но общие типичные черты ее сохраняются длительное время.

При рассмотрении путей повышения технологичности конструкции учет соотношения трудоемкости и степени механизации по основным видам работ позволяет выделить главные направления при проектировании, которые в конечном счете дают наибольший эффект в снижении затрат производства.

Схема 1 представляет собой попытку некоторой систематизации основных направлений в проектировании, ведущих к повышению технологичности, к снижению трудоемкости и металлоемкости изделия. Эти направления и должны быть взяты за основу при обосновании показателей технологичности.

Степень панелирования изделия. Членение агрегатов на отсеки и панели обеспечивает существенное снижение трудоемкости сборки изделия за счет расширения фронта и механизации сборочных и монтажных работ.

Анализ ряда изделий показал, что при сравнительно большой доле панелированных поверхностей (до 80%) объем прессовой клепки достигает всего лишь 40%, что свидетельствует о недостаточном количестве деталей, устанавливаемых на панелях. До 20—25% деталей не может быть поставлено на панелях главным образом из-за несогласованности стыков деталей каркаса с обшивками. На фиг. 1 показано, как за счет изменения конструкции соединения стрингерного набора со шпангоутами может быть увеличен объем прессовой клепки панелей фюзеляжа.

Следовательно, показатель степени панелирования надо определять не только по относительной величине поверхности панелей, но и по количеству элементов конструкции, собираемых на панелях. Взамен предложенного НИАТ коэффициента панелирования (отношение площади поверхности панелей, образующих наружные обводы, к площади поверхности всего изделия) рекомендуется коэффициент

$$K_{\text{пн}} = \frac{S_{\text{пн}} n_{\text{с.т. пн}}}{S_{\text{изд}} N_{\text{с.т}}}, \quad (1)$$

где $S_{\text{пн}}$ — поверхность панелей (самолета, агрегата) в м^2 ;

$n_{\text{с.т. пн}}$ — количество элементарных соединений (силовых точек) на панелях;

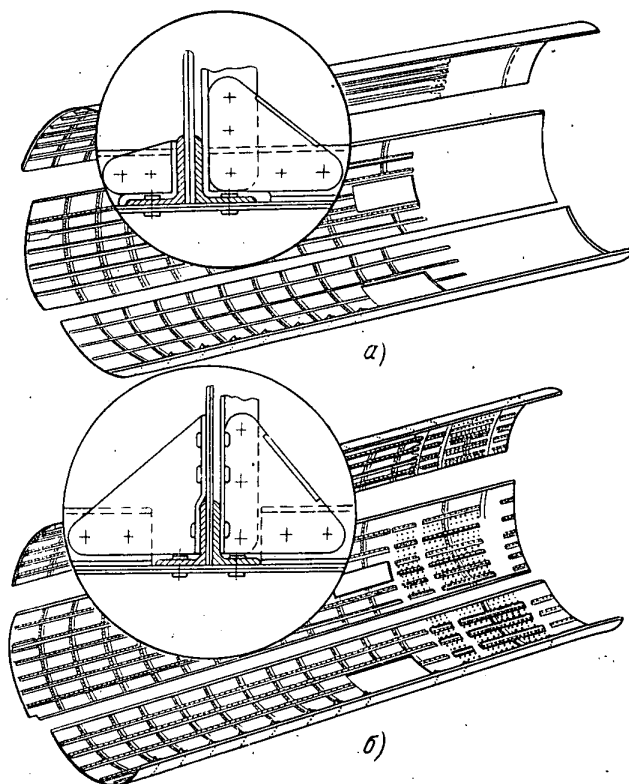
$S_{\text{изд}}$ — поверхность изделия (самолета, агрегата) в м^2 ;

$N_{\text{с.т}}$ — общее количество силовых точек по плану изделия.

Степень монолитности конструкции. Монолитные конструкции, обладая технологическими преимуществами, облегчают создание крыла тон-

кого профиля, повышают удельную прочность и жесткость частей самолета, упрощают герметизацию отсеков.

Развитие конструкции современного самолета характеризуется повышением среднего веса деталей и снижением относительного количества соединений элементов на 1 кг веса конструкции за счет все более



Фиг. 1. Соединение стрингерного набора со шпангоутами.

а — первоначальная конструкция; б — видоизмененная конструкция.

широкого применения крупногабаритных заготовок сложных форм, монолитных панелей, штамповок, отливок и др.

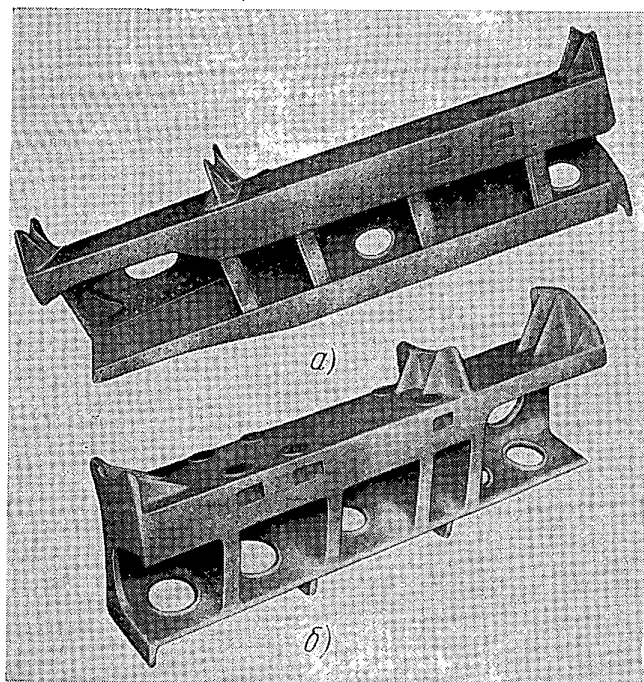
На фиг. 2 показаны две балки под бустер. Замена сборно-клепаной балки монолитной (литой) позволила сократить количество входящих в нее деталей в 20 раз, в том числе нормализованных — в три раза; снизить вес ее на 36% и уменьшить трудоемкость на 42%.

Показатель монолитности конструкции является одним из наиболее существенных характеристик ее технологичности. Он обратно пропорционален количеству деталей, входящих в конструкцию, и выражается отношением

$$K_{\text{мн}} = \frac{G}{N}, \quad (2)$$

где G — вес конструкции в кг;

N — количество деталей, включая нормализованные (кроме заклепок и крепежных).



Фиг. 2. Балки под бустер.
а—сборно-клепаная; б—литая.

Оценка соединений. Общее количество и соотношение различных видов соединений элементов конструкции существенно влияет на вес и трудоемкость изделия. Замена клепки точечной и роликовой электросваркой, сокращение количества и класса точности болтов уменьшают трудоемкость сборки и вес конструкции.

Упрощение конструкции соединений, применение различных методов компенсации снижают требования к точности деталей и, позволяя использовать метод сборки от обшивки, повышают качество внешних обводов.

На фиг. 3 показано крепление шпангоутов фюзеляжа к обшивке с применением компенсаторов. Эта конструкция дает возможность 90% заклепок, выходящих на внешний контур, клепать на прессах, а шпангоуты к компенсаторам приклепывать гидроскобами.

На фиг. 4 показаны тормозные щитки. Конструкция б с упрощенными сочленениями деталей на 25% менее трудоемка, на 20,4% легче по весу и имеет на 37,2% меньше деталей, чем конструкция а.

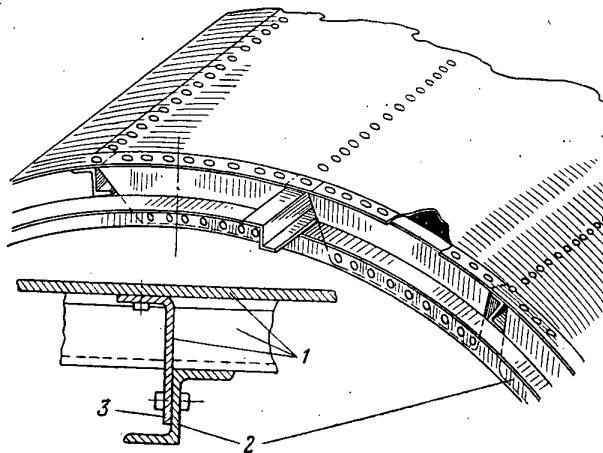
Для оценки видов соединений НИАТ предложил два показателя:

1. Коэффициент соединений, характеризующий степень применения прогрессивных способов соединений в конструкции (K_c).

2. Коэффициент заклепочных соединений ($K_{з.с.}$).

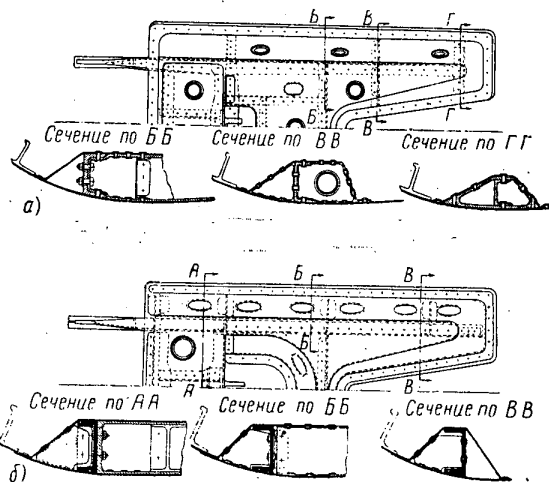
В формулу для определения коэффициента соединений входят все величины, по которым подсчитывается и коэффициент заклепочных соединений, —

количество заклепок по видам клепки с соответствующими коэффициентами трудоемкости.



Фиг. 3. Крепление шпангоутов фюзеляжа к обшивке с применением компенсаторов.
1—панель; 2—обод шпангоута; 3—компенсатор.

В таблице приведены соотношения видов соединений по двум изделиям и соответствующие коэффици-



Фиг. 4. Тормозные щитки.
а—до изменения; б—после изменения.

Сравнительная характеристика

Показатели	До изменения	После изменения	Процент снижения показателей
Вес	16,646 кг	13,239 кг	20,4
Количество деталей:			
а) из листового материала	66	45	
б) из прессованных профилей	11	12	
в) литых из сплава МЛ5	24	3	
г) штампованных из сплава В95	9	9	
Итого	110	69	37,2
Количество нормализованных крепежных деталей:			
а) болты	81	32	
б) гайки	81	32	
в) винты	18	0	
г) шайбы	62	32	
д) заклепки	1580	1097	
Итого	1822	1193	34,5
Трудоемкость	100%	75%	25

циенты, определенные по формулам, предложенным НИАТ.

Соотношение видов соединений по двум изделиям

Агрегат	Изделие	Распределение силовых точек по видам соединений в %			Процент прессовой клепки	Коэффициент заклепочных соединений $K_{зс}$	Коэффициент соединений K_c
		заклепки	болты	ТЭС			
Фюзеляж	а	92,0	2,8	5,2	42	3,21	3,8
	б	89,0	3,8	7,2	37	3,20	3,8
Крыло	а	83,0	17,0	—	29	3,20	7,0
	б	90,5	9,5	—	66	2,20	5,0

Данные таблицы позволяют сделать вывод о том, что коэффициент соединений вполне характеризует конструкцию, а коэффициент заклепочных соединений применять не следует.

Более целесообразно принять один ряд коэффициентов трудоемкости по видам соединений:

K_1 — коэффициент, характеризующий трудоемкость соединений при групповой прессовой клепке;

K_2 — то же при одиночной прессовой клепке;

K_3 — то же при односторонней клепке;

K_4 — то же при ручной клепке;

K_5 — то же при точечной электросварке;

K_6 — то же при роликовой электросварке;

K_7 — то же при помощи болтов 2, 3-го классов точности;

K_8 — то же при помощи болтов 4 и 5-го классов точности.

Формула для определения коэффициента соединений в этом случае будет иметь вид:

$$K_c = \frac{K_1 n_{г.п} + K_2 n_{о.п} + K_3 n_{о.к} + K_4 n_{р.к} + K_5 n_{тэс} + K_6 n_{рэс} + K_7 n_{б.к} + K_8 n_6}{N_{с.т}}, \quad (3)$$

где $n_{г.п}$ — количество заклепок, клепаемых групповым прессовым способом;

$n_{о.п}$ — то же одиночным прессовым способом;

$n_{о.к}$ — то же односторонним способом;

$n_{р.к}$ — то же ручным способом;

$n_{тэс}$ — количество точек, выполняемых точечной электросваркой;

$n_{рэс}$ — количество условных точек, выполняемых роликовой электросваркой при условном шаге;

$n_{б.к}$ — количество классных болтов (2, 3-го классов точности);

n_6 — количество болтов 5-го класса точности;

$N_{с.т}$ — общее количество силовых точек.

Выбор заготовок и материалов. При оценке степени использования металла в конструкции надо иметь в виду не экономическую сторону производства, а целесообразность выбора форм деталей, процессов изготовления и видов заготовок

для них. При выборе материалов и заготовок конструктор руководствуется следующими соображениями:

а) сокращением веса конструкции при заданной прочности;

б) конструктивно-технологической целесообразностью геометрических форм и способов изготовления деталей в серийном производстве;

в) влиянием вида заготовки на сокращение количества деталей и соединений в конструкции;

г) сокращением сортамента применяемых материалов и полуфабрикатов.

Степень выполнения в конструкции требований, вытекающих из этих соображений, не может характеризоваться так называемым коэффициентом использования металла, который применим только для определения затрат металла и объема механической обработки при изготовлении данной детали.

Нередко по коэффициенту использования металла пытаются судить о совершенстве конструкции деталей, однако в ряде случаев, как, например, при получении панелей из листа травлением, при некотором перерасходе металла достигается значительный выигрыш в весе и трудоемкости изготовления конструкции.

Из сказанного вытекает, что необходим более полный критерий оценки использования металла в конструкции. В качестве такого критерия может быть принята удельная затрата материалов на 1 кг веса конструкции

$$K_{мт} = \frac{C_{мт}}{G_k}, \quad (4)$$

где $C_{мт}$ — вес материалов и полуфабрикатов, затрачиваемых на изготовление единицы изделия в кг (по размерам заготовок);

G_k — вес конструкции в кг.

Уровень нормализации. Нормализация деталей и узлов позволяет снизить трудоемкость изделия за счет специализации производства и кооперирования. Однако наибольший эффект можно получить лишь при широком применении в конструкции не только нормализованных массовых деталей (таких, как крепежные), но и нормализованных узлов (сиденья, люки и т. п.), т. е. при существенном увеличении веса нормализованных деталей и узлов в общем весе конструкции. Рекомендательный НИАТ коэффициент нормализации, как отношение количества нормализованных деталей к общему количеству деталей, входящих в конструкцию, не отражает веса нормалей в конструкции, что видно из цифр, полученных при анализе изделий а и б.

Агрегат	Коэффициент нормализации		Вес нормализованных деталей в % к общему весу конструкции	
	изделие а	изделие б	изделие а	изделие б
Планер	0,33	0,45	1,54	1,50

Отсюда следует, что при увеличении коэффициента нормализации в изделии *б* доля нормализованных деталей в весе конструкции снизилась.

Для более точного определения уровня нормализации рекомендуется следующий коэффициент:

$$K_{\text{норм}} = \frac{N_n G_n}{N G_k}, \quad (5)$$

где N_n — количество нормализованных деталей в конструкции;

G_n — вес нормализованных деталей в кг;

N — общее количество деталей, входящих в конструкцию;

G_k — вес конструкции в кг.

По формуле (5) определяется коэффициент нормализации, который для планера изделия *а* составляет 0,51, для изделия *б* — 0,67.

Показатели технологичности. На схеме 2 приведен ряд показателей технологичности, по

которым проводился сравнительный анализ конструкции нескольких изделий. Эти показатели не являются исчерпывающими и должны пополняться и корректироваться по мере накопления опыта в области анализа технологичности (например, не разработан показатель рационального конструирования систем и т. д.). Несмотря на это, они позволили сопоставить уровень технологичности ряда однотипных изделий.

Вопросы организации работы. Созданию конструкции предшествует и сопутствует проведение большого объема экспериментальных работ по новым материалам и технологическим проблемам.

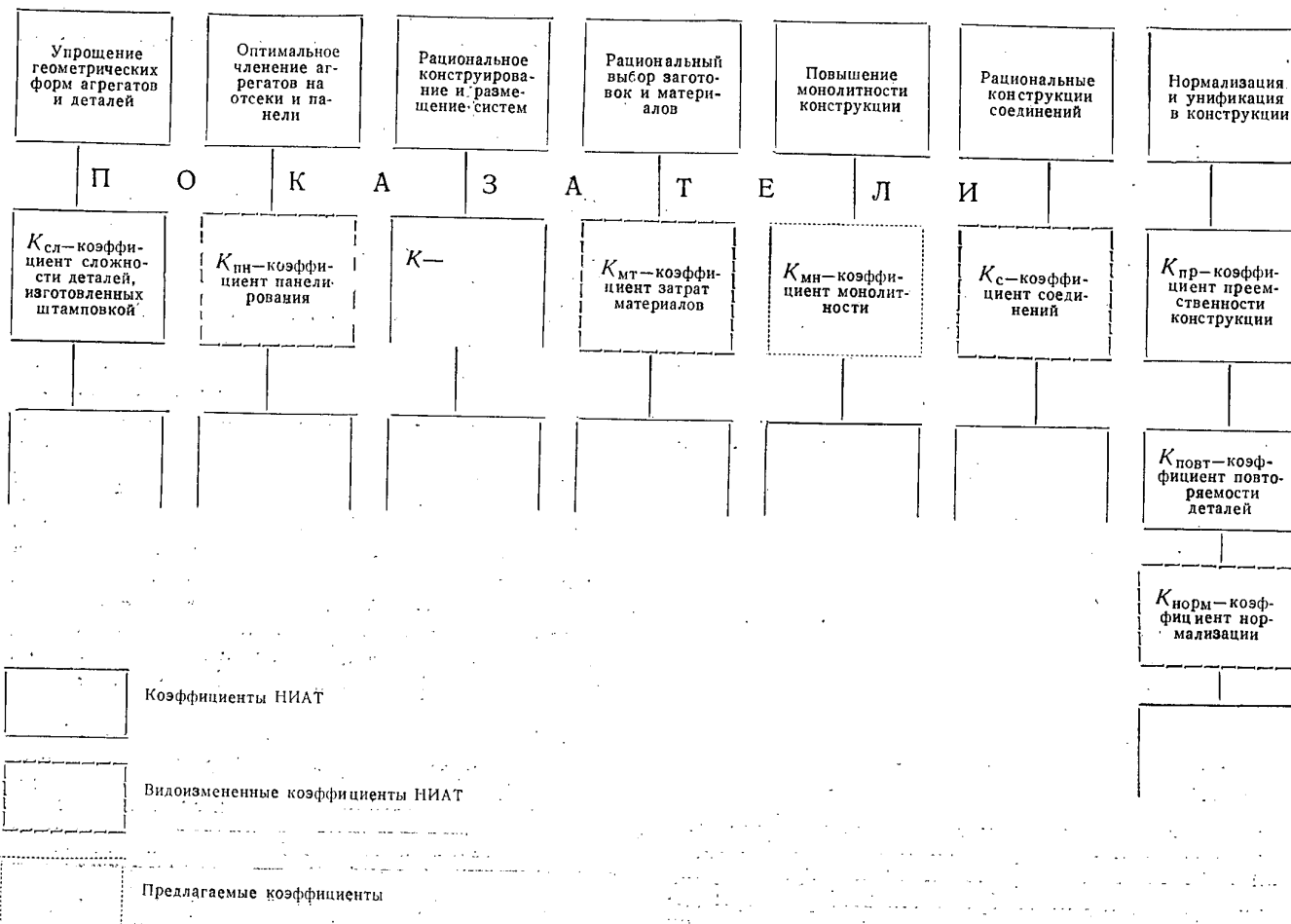
В состав проектировщиков наряду с конструкторами, аэродинамиками, расчетчиками должны входить также технологи и материаловеды, так как участие их в проектировании в качестве консультантов или, в лучшем случае, контролеров — недостаточно.

В настоящее время во многих ОКБ формы орга-

Схема 2

НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ

Основные факторы



низации работ по повышению технологичности и внедрению новых материалов различны и в большинстве случаев не отвечают возросшим задачам.

На схемах 3 и 4 показаны направление и организация работ по повышению технологичности, принятые в одном из ОКБ.

Схема 3

НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ КОНСТРУКЦИИ

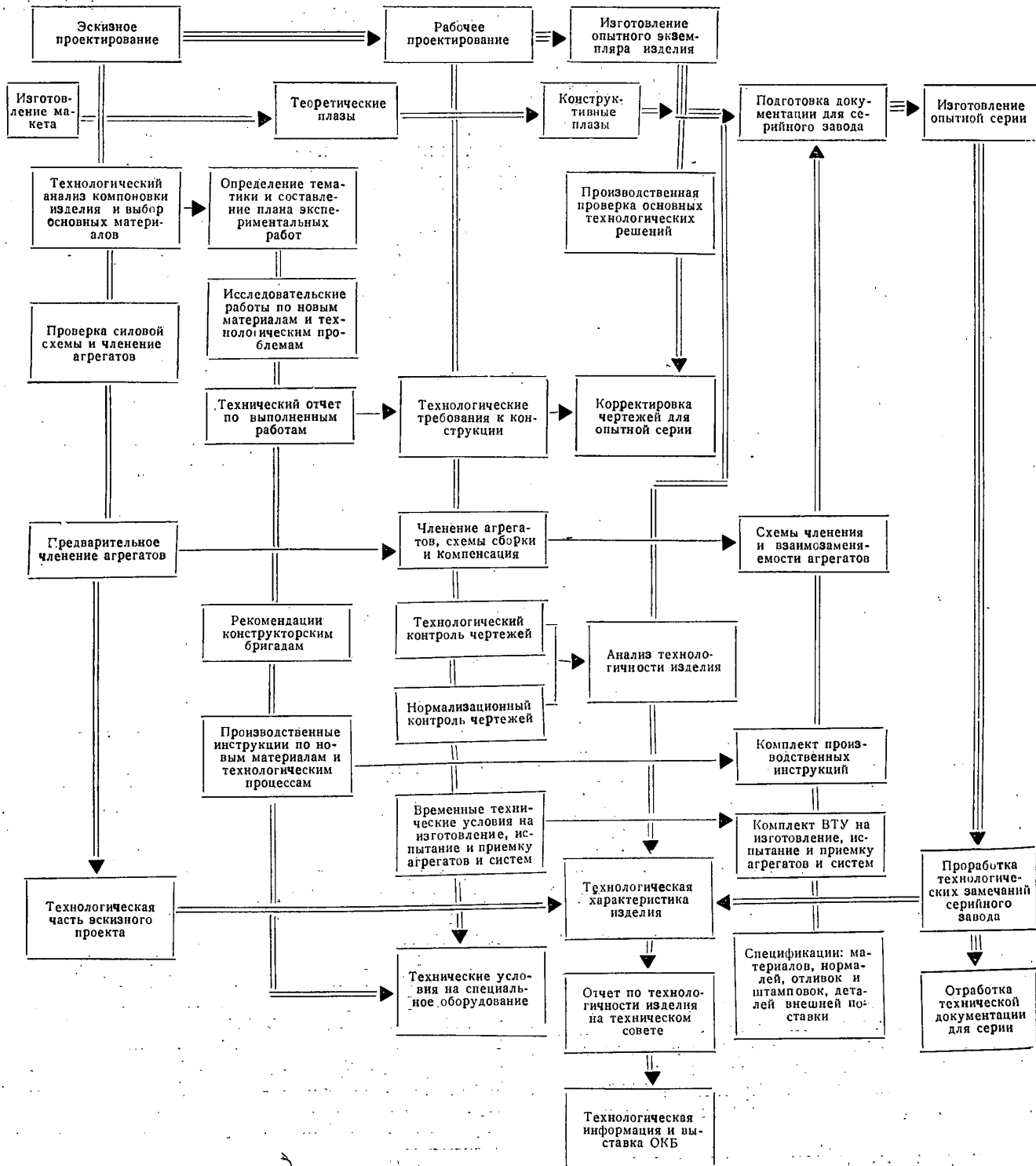
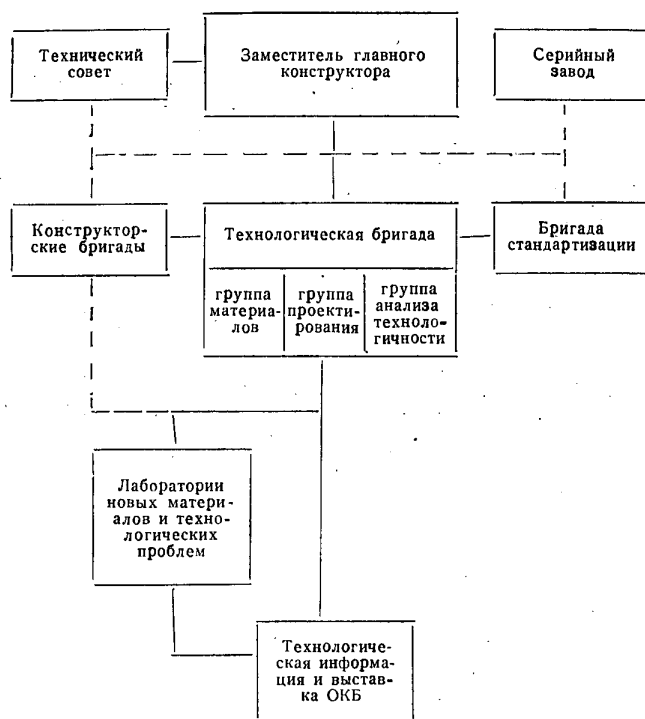


Схема 4

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ



Совместная работа технологов и материаловедов с конструкторами, систематическая информация о новых материалах и новых технологических процессах, проведение технических советов, организация выставок по технологичности и другие мероприятия позволили повысить уровень технологической грамотности конструкторов и в короткие сроки решить ряд технологических проблем, возникших при проектировании нового изделия.

Выводы

1. Технологичность — одна из основных характеристик конструкции — должна обеспечиваться в процессе создания нового изделия так же, как аэродинамические, прочностные, весовые и другие показатели.

Система показателей технологичности поможет определять технологическую характеристику самолета и осуществлять сравнительный технологический расчет при проектировании. Однако необходимо установить зависимость трудоемкости изготовления изделий от этих показателей.

2. Успешная работа по повышению технологичности и внедрению новых материалов может быть обеспечена лишь при создании в составе ОКБ технологических бригад и лабораторий, причем должна быть выработана единая организационная структура и методика работы этих подразделений.

О критериях технологичности конструкции

В. М. ТЕНДЛЕР

Обсуждение статьи С. В. Поспехова «Основные критерии технологичности самолетов» * показывает наличие серьезных возражений против критериев, выбранных им для оценки технологичности. Ряд примеров, приведенных в статьях И. К. Берсенёва, В. В. Савельева и А. К. Емельяненко, говорит о том, что они порой находятся в противоречии с практикой и не стимулируют повышения технологичности конструкции. В то же время изменения в системе коэффициентов, предложенные тт. Савельевым и Емельяненко, не могут значительно улучшить систему определения технологичности, ибо не устраняют ее коренного недостатка — отсутствия критериев стоимости.

Прав т. Берсенев, утверждая, что «основной характеристикой технологичности самолетов, как и всякого другого изделия, следует считать удельную трудоемкость (единицы веса) конструкции по сравнимым машинам» **. Стремление ОКБ к применению коэффициентов, предложенных в паспорте

технологичности, не включающих стоимостной оценки, неизбежно будет связывать конструкторскую мысль.

Однако и в предлагаемой указанными авторами системе коэффициентов не нашли отражения многие важные факторы, например уменьшение общего количества деталей и трудоемкости сборочных работ, сокращение цикла сборки самолета и т. д.

Рассматриваемая система должна быть построена таким образом, чтобы конструктор и технолог ОКБ могли непосредственно оценить экономическую и технологическую целесообразность принятого конструктивного решения. Технологичность конструкции складывается в ОКБ, поэтому для работников этих бюро следует создать пособия, позволяющие оценивать правильность выбора технологии изготовления спроектированного узла. В качестве иллюстрации могут служить расчеты, приведенные в статье проф. В. Ф. Юргенса «Пути развития самолетостроения» *. В этой работе выведена формула для определения степени совершенства авиационных

* «Авиационная промышленность», 1956, № 8.

** Там же, 1957, № 1, стр. 49.

* Труды МАИ. Оборонгиз, 1945, вып. 1.

изделий по себестоимости и показателю дополнительных народнохозяйственных затрат

$$Ka = K + B,$$

где K — себестоимость изделия;

a — стоимость самолета;

B — размер дополнительных затрат, вызываемых наличием излишнего материала в конструкции;

$$B = \frac{Wa}{P} \left(1 - \frac{p_1 R}{p_2 R_1} \right),$$

где W — вес изделия;

p_1 — принятое среднее расчетное напряжение;

p_2 — предельное для данного случая напряжение;

R — фактическая прочность;

R_1 — расчетная прочность;

P — полезная нагрузка.

Ранее при определении степени совершенства авиационных изделий размер дополнительных народнохозяйственных затрат не учитывали. В приведенном проф. Юргенсом примере расчета без учета этого фактора получилось, что себестоимость сварного кронштейна из стали меньше себестоимости такого же кронштейна, выполненного из цветного лития. Расчет же, осуществленный с учетом фактора B , привел к выводу, что при выпуске более 150 кронштейнов литой кронштейн более экономичен. Как следует из указанного примера, для выбора экономически обоснованной технологии изготовления деталей конструктор ОКБ должен произвести определенные расчеты. В существующей же практике проектирования подобные расчеты не применяют. Поэтому НИАТ следует разработать методику расчетов и графики, которые дадут возможность работникам ОКБ определять:

1. Во что обойдется провоз каждого лишнего килограмма веса самолета.

2. Стоимость 1 кг отходов металла при различных технологических процессах.

3. Себестоимость изделия (приблизительно).

4. Примерную производительность технологических операций.

5. Коэффициент использования материала при изготовлении типовых элементов конструкции.

6. Каким образом лучше всего соединять узлы и детали с учетом обеспечения максимальной компенсации.

Должен также существовать порядок, при котором главному конструктору, вместе с тактико-техническими требованиями на самолет сообщалась бы его примерная стоимость без готовых изделий. Стоимость новой машины можно было бы установить на основе данных о фактической удельной себестоимости 1 кг агрегатов и узлов. Если новая конструкция не предполагает коренных качественных изменений по сравнению с предшествующей, то, очевидно, удельные себестоимости будут снижаться. Обычно конструкторским группам ОКБ сообщаются предварительные данные, связанные с геометрическими,

весовыми и прочностными характеристиками самолета. Подобно этому следует задавать также примерную предварительную стоимость агрегатов или узлов.

Из общих критериев технологичности было бы целесообразно сохранить и ввести лишь те, которые удовлетворяют прогрессивным тенденциям. Эти критерии следующие:

1. Коэффициент K_1 , отражающий улучшение использования материала,

$$K_1 = \frac{G_c}{G_m},$$

где G_c — вес самолета (без готовых изделий);

G_m — вес материалов, из которых изготовлены все специальные и нормализованные детали самолета.

Чем больше этот коэффициент, тем технологичнее конструкция.

2. Коэффициент K_2 , характеризующий уменьшение количества деталей,

$$K_2 = \frac{G_c}{n},$$

где n — количество деталей в машине.

3. Так как механизация особенно необходима в заготовительных цехах, то надо поощрять максимальную передачу в эти цехи трудоемких операций, выполняемых, как правило, в сборочных цехах.

Этот процесс также должен определяться коэффициентом

$$K_3 = \frac{T_d}{T_{сб}},$$

где T_d — трудоемкость изготовления деталей;

$T_{сб}$ — трудоемкость сборочных работ.

4. Поскольку исключительно важно, чтобы полуфабрикаты, поступающие на самолетостроительный завод, имели форму и размеры, наиболее соответствующие готовым узлам, и чтобы на изготовление самолета из таких полуфабрикатов затрачивалось относительно меньше времени, следовало бы ввести коэффициент, характеризующий эту тенденцию,

$$K_4 = \frac{T_m}{T},$$

где T — трудоемкость постройки самолета (без готовых изделий);

T_m — трудоемкость изготовления материалов.

5. Коэффициент удельной трудоемкости

$$K_5 = \frac{T}{G},$$

где T — трудоемкость изготовления машины;

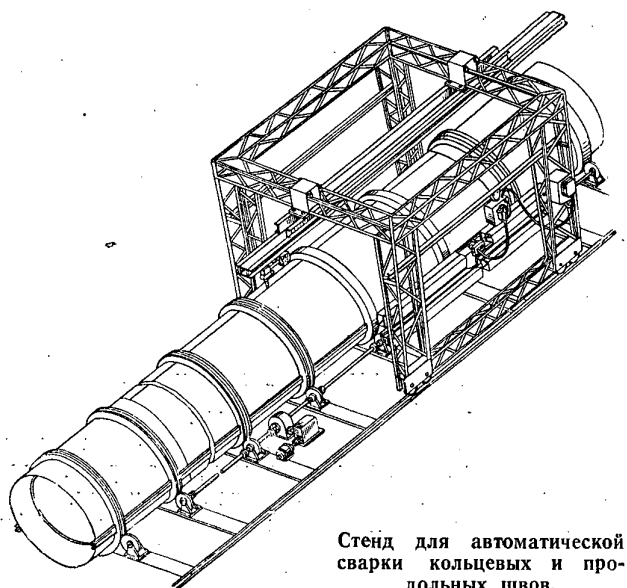
G — вес самолета.

Применение указанных коэффициентов наряду с разработкой соответствующих руководящих материалов для конструкторов и технологов позволило бы повысить технологичность самолетных конструкций.

Автоматическая сварка крупногабаритных деталей в среде защитных газов

Канд. техн. наук В. В. ДЬЯЧЕНКО и Г. А. МАСЛОВ

Сварка тонколистовых конструкций из нагартванной аустенитной стали ЭИ654Н



Стенд для автоматической сварки кольцевых и продольных швов.

В некоторых отраслях промышленности для изготовления сварных конструкций из тонколистовых сталей успешно применяется хромоникелевая сталь ЭИ654, имеющая двухфазную аустенитно-ферритную структуру (с содержанием феррита 8—30%). Механические свойства ее в зависимости от состояния поставки приведены в табл. 1.

Таблица 1
Механические свойства тонколистовой стали ЭИ654
(толщина листа 0,5—1,5 мм)

Сталь	Состояние поставки	Предел прочности в кг/мм ²	Относительное удлинение в %
ЭИ654	Закаленная	73	30
ЭИ654Н	Нагартванная	90—100	10

В статье изложены некоторые результаты работы НИИТ и заводских сварочных лабораторий по изысканию рациональных способов сварки тонколистовой (толщиной 0,5—1,5 мм) нагартванной стали ЭИ654Н. Задача исследований заключалась в том, чтобы найти такой способ сварки, который обеспе-

чивал бы получение герметических швов, приближающихся по механическим свойствам к основному металлу и имеющих минимальные коробления.

Изучались швы, сваренные в среде аргона вольфрамовым и плавящимся электродами, в среде углекислого газа плавящимся электродом и, для сравнения, швы, сваренные под флюсом. В качестве электродного материала применялась проволока диаметром 1—2 мм из стали ЭИ654. Сварку вольфрамовым электродом без присадки вели на переменном токе, сварку вольфрамовым электродом с присадкой и плавящимся электродом — на постоянном токе с питанием от стандартного генератора ПС-500.

Структура металла шва и околошовной зоны. Одним из основных показателей свариваемости стали являются структурные превращения в металле шва и околошовной зоне. Они зависят от химического состава металла шва, метода и технологии сварки. Поэтому при сварке двухфазной стали ЭИ654 швы также будут иметь двухфазную структуру.

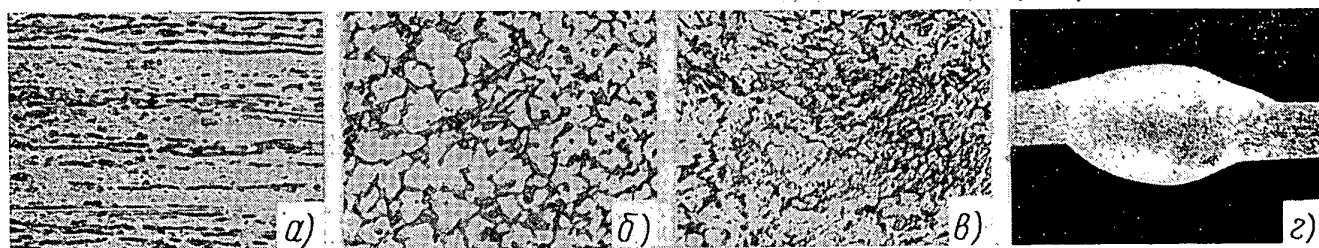
Аустенитно-ферритные швы отличаются от аустенитных более тонким строением столбчатых кристаллов*. Измельченная дезориентированная структура первых понижает их склонность к образованию трещин при повышенных температурах. Такие швы наиболее устойчивы против межкристаллитной коррозии.

От соотношения ферритизирующих и аустенизирующих элементов в сварочной ванне зависит и соотношение между аустенитной и ферритной составляющими металла шва. Однако это соотношение в значительной степени определяется также составом присадочного металла, способом и режимом сварки. Швы, в которых ферритная фаза составляет 1,5—5%, не склонны к трещинообразованию**.

Первичная структура металла шва в значительной степени зависит от размера сварочной ванны и условий теплоотвода. Измельчение структуры сварного шва благоприятно сказывается на его свойствах. Поэтому необходимо выбирать такие способ и тех-

* В. В. Дьяченко, Г. А. Маслов, Н. А. Новосельцев, Б. Д. Орлов: Сварка плавлением тонколистовой стали ЭИ654, НИИТ, 1957; К. В. Любавский. Вопросы теории сварных процессов. В сб. ЦНИИТМАШ, № 14, Машгиз, 1948; Б. И. Медовар. Сварка хромоникелевых аустенитных сталей, Машгиз, 1954.

** А. В. Петров. Защитные газы для дуговой сварки. «Сварочное производство», 1957, № 8; Н. М. Новожилов. Вопросы металлургии дуговой сварки в защитных газах. В сб. «Новое в технологии сварки», Машгиз, 1955; Н. Н. Прохоров. Горячие трещины при сварке, Машгиз, 1952.



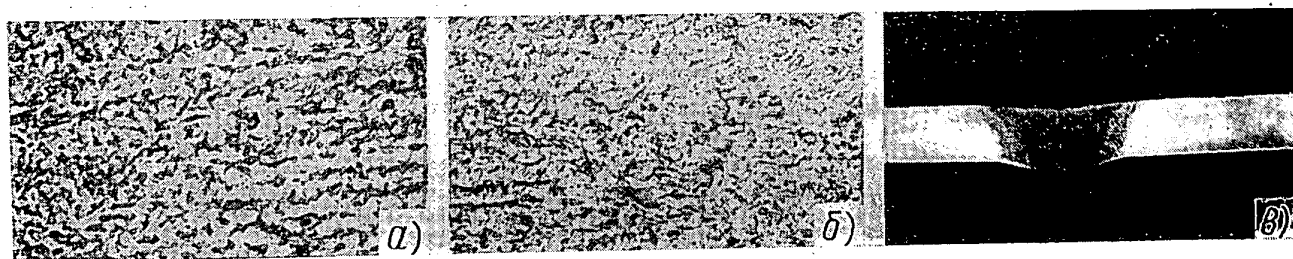
Фиг. 1. Структура основного металла (а), металла шва (б) и околошовной зоны (в) при аргоно-дуговой сварке вольфрамовым электродом с присадкой. (X300). Общий вид шва (г), полученного сваркой навесу (X7).

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,2$ мм. Размеры шва: усиление 0,7 мм, ширина 5 мм, высота обратного валика 0,8 мм.

нологию сварки, при которых получались бы более тонкая структура и минимальная зона термического влияния. С этой целью исследовались соединения, выполненные ручной и автоматической сваркой в среде аргона первого и второго состава, в углекислом газе и, для сравнения, под флюсом. Сварка

нитного зерна. Линейные размеры зоны термического влияния в значительной степени зависят от способа и режима сварки.

При аргоно-дуговой автоматической сварке неплавящимся электродом зона термического влияния минимальна и составляет десятые доли миллиметра;



Фиг. 2. Структура околошовной зоны (а) и металла шва (б) при автоматической аргоно-дуговой сварке встык без присадки (X300). Общий вид шва (в; X7).

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,2$ мм. Размеры шва: усиление 0,1 мм, ширина 3 мм, высота обратного валика 0,2 мм.

проводилась без присадки и с присадкой из основного металла. Использовались образцы из стали ЭИ654Н толщиной 0,5—1,5 мм.

При аргоно-дуговой сварке (фиг. 1, 2) во всех случаях металл шва имеет аустенитно-ферритную

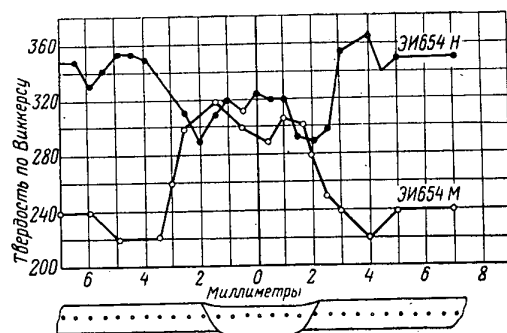
ширина шва в данном случае не превышает 2—4 мм. Твердость металла шва при сварке ненагартованной стали ЭИ654 выше твердости основного металла, а нагартованной — несколько ниже (фиг. 3).

При автоматической сварке на оптимальных режимах в среде углекислого газа или аргона (фиг. 4)

Таблица 2

Химический состав металла шва при различных видах сварки
(детали и электродная проволока из стали ЭИ654)

Вид сварки	Химический состав в %				
	C	Mn	Cr	Ni	Si
Автоматическая сварка плавящимся электродом					
а) в среде аргона	0,04	0,83	18,0	Без изменения	Без изменения
б) в среде углекислого газа	0,11	0,6	20,51	.	"



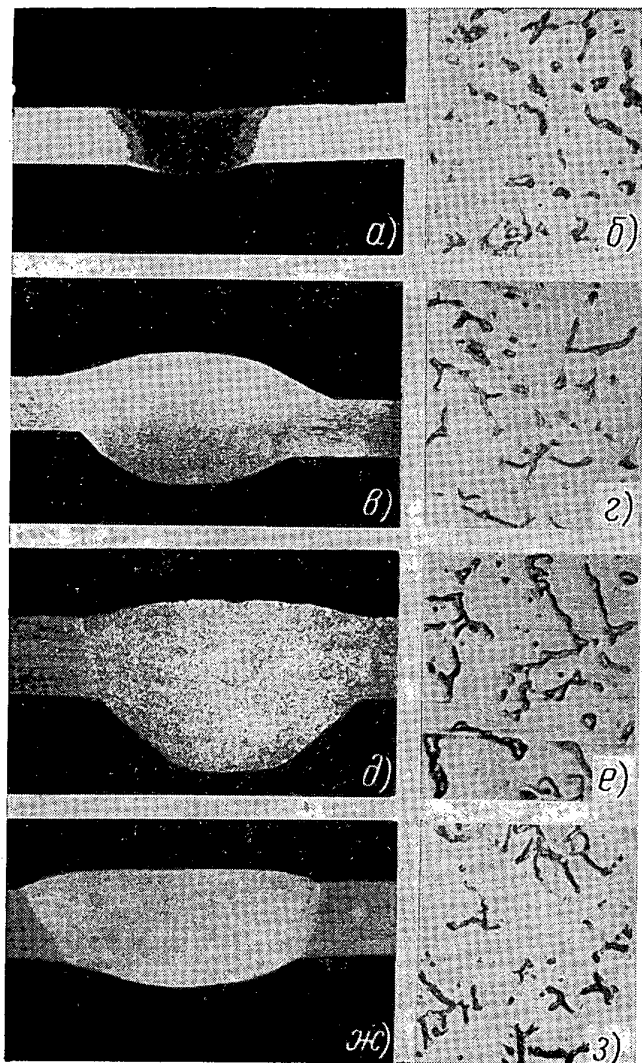
Фиг. 3. Твердость металла шва в зависимости от состояния материала при аргоно-дуговой сварке встык без присадки.

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,2$ мм.

измельченную дезориентированную структуру дендритного строения. В зоне термического влияния наблюдается нарушение строчечности и рост аусте-

металл шва имеет двухфазную структуру, α -фаза изменяется от 3 до 5%. В зоне γ -фазы твердость на 30% ниже, чем в зоне $\alpha + \gamma$ -фазы (фиг. 5).

При сварке в среде углекислого газа в металле шва (табл. 2) наблюдается некоторое уменьшение ферритной фазы, что можно объяснить аустенизирующим влиянием углерода.



Фиг. 4. Структура металла шва в зависимости от способа сварки.

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,2$ мм.
Аргано-дуговая сварка без присадки, α -фаза 4—5%: а— $\times 7$; б— $\times 1000$; аргано-дуговая сварка с присадкой, α -фаза 3,5—4,5%: в— $\times 7$; г— $\times 1000$; сварка в среде углекислого газа, α -фаза 3—4%: д— $\times 7$; е— $\times 1000$; сварка под флюсом АН-348А, α -фаза 3,5—4,5%: ж— $\times 7$; з— $\times 1000$.

При автоматической сварке под флюсом (фиг. 6) зона термического влияния в два раза больше, чем при сварке в среде аргона или углекислого газа. Это объясняется тем, что сварка под флюсом производится дугой большей мощности. При этом увеличивается объем расплавленного металла и шлака, что приводит к расширению зоны разогрева основного металла и сравнительно медленному охлаждению металла шва и околошовной зоны.

При исследовании швов, полученных аргано-ду-

говой сваркой с различными режимами, установлено, что с уменьшением скорости сварки в металле шва заметно сокращается ферритная составляющая и увеличиваются размеры аустенитных зерен (фиг. 7). Расширяется также зона термического влияния, что увеличивает коробление и снижает качество сварного соединения.

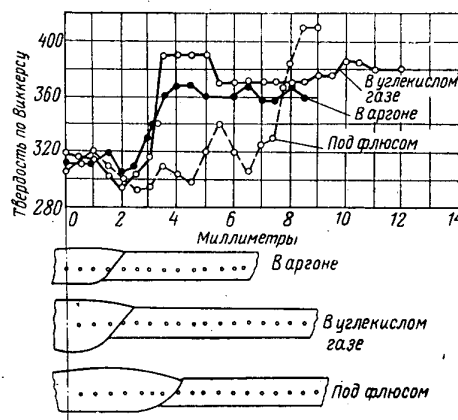


Фиг. 5. Микротвердость в γ - и $\gamma + \alpha$ -фазах ($\times 600$).
 γ -фаза—227 Н_V; $\gamma + \alpha$ -фаза—322 Н_V.

На фиг. 8 показаны микро- и макроструктуры шва с различным количеством подварок. После двух подварок структура шва почти не изменяется. Однако после третьей наблюдается рост зерна и сокращение ферритного поля в металле шва.

При дальнейших подварках значительно увеличивается ширина зоны термического влияния (фиг. 9). Твердость металла шва после подварки снижается, что объясняется уменьшением ферритной составляющей.

Механические свойства сварных соединений. Сварное соединение встык из стали в ненагартованном состоянии равнопрочно основному металлу. При сварке нагартованной стали плавлением соединение разупрочняется за счет снятия нагартовки по границе расплавленного металла,

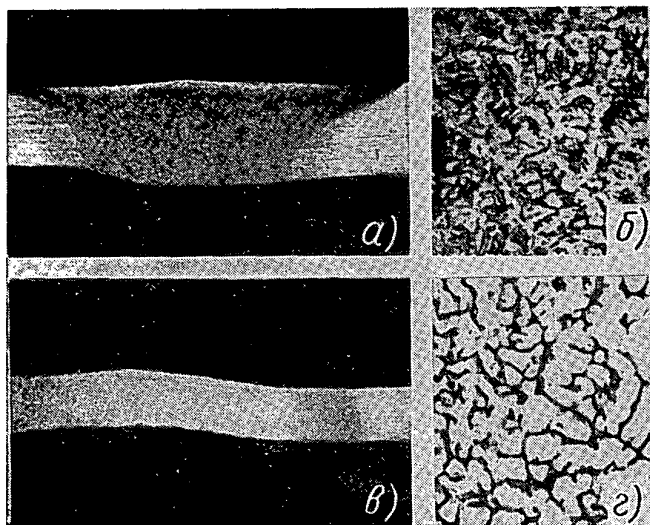


Фиг. 6. Твердость металла шва и околошовной зоны при различных методах сварки.

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,2$ мм.

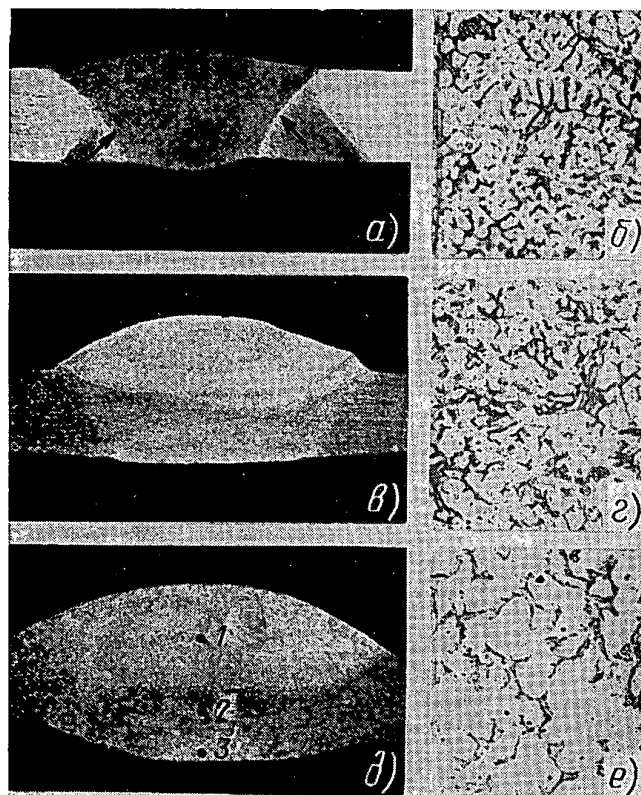
причем снижение прочности зависит от метода и режима сварки.

Шов, сваренный встык без присадки, не имеет усиления с лицевой стороны, и с увеличением толщины свариваемых деталей вогнутость его увеличи-



Фиг. 7. Структура металла шва в зависимости от режима сварки.

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,2$ мм, сварка ААрДЭС без присадки. Скорость сварки 90 м/час, ток 300 а: а— $\times 10$; б— $\times 300$; скорость сварки 2 м/час, ток 40 а: в— $\times 7$; г— $\times 300$.

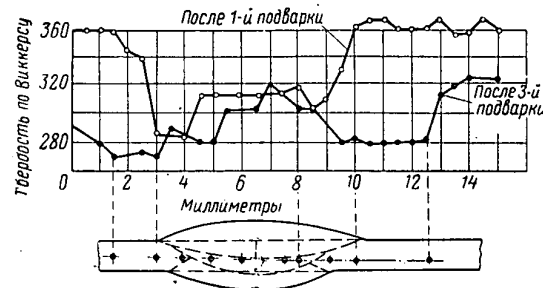


Фиг. 8. Структура металла шва в зависимости от количества подварок.

Первая подварка (непровар с обратной стороны): а— $\times 10$; б— $\times 300$; вторая подварка: в— $\times 10$; г— $\times 300$; третья подварка: д— $\times 10$; е— $\times 300$.

вается. Это снижает предел прочности сварного соединения по сравнению с усиленным швом.

В соединениях внахлестку с односторонним швом предел прочности еще меньше. В данном случае снижение прочности вызвано увеличением эксцентриситета и повышением изгибающего момента при растяжении.



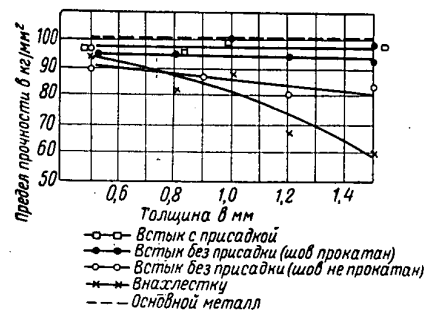
Фиг. 9. Твердость металла шва при трехкратной подварке аргоно-дуговой сваркой.

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,2$ мм.

На фиг. 10 представлены результаты испытания сварных образцов на статический разрыв при комнатной температуре.

Из фигуры видно, что предел прочности швов, сваренных встык с присадкой, составляет не менее 90 % прочности основного металла; выполненных встык без присадки — от 80 до 90 %; соединений внахлестку — от 60 до 95 %.

Для повышения и стабилизации предела прочности сварного соединения, выполненного встык без присадки, а также для уменьшения коробления свариваемых деталей целесообразно применять нагартовку шва и околошовной зоны путем прокатки швов



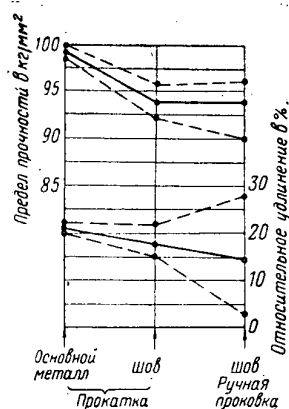
Фиг. 10. Предел прочности сварного соединения в зависимости от типа соединения и способов сварки.

Сталь ЭИ654Н; автоматическая аргоно-дуговая сварка.

непосредственно после сварки. Прокатывать их следует в продольном направлении стальными роликами с усилием до 1 т.

Проверка различных способов нагартовки сварных швов — прокатки стальными роликами и проковки молотком вручную — показала, что во втором случае обеспечивается повышение предела прочности и устраняется коробление, вызванное продольной усадкой сварного шва; однако вследствие неравномерности нагартовки разброс величины относитель-

ного удлинения значительно выше, чем при прокатке (фиг. 11). Поэтому в производственных условиях следует применять механизированную прокатку сварных соединений.



Фиг. 11. Влияние способа нагартковки на механические свойства сварных швов.

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 1,0$; сварка ААрдЭС без присадки.

Испытания сварных швов при повышенных температурах показали, что предел прочности их при 400°C на 30 % ниже, чем при комнатной температуре. Для основного материала предел прочности снижается примерно на 25 % (табл. 3).

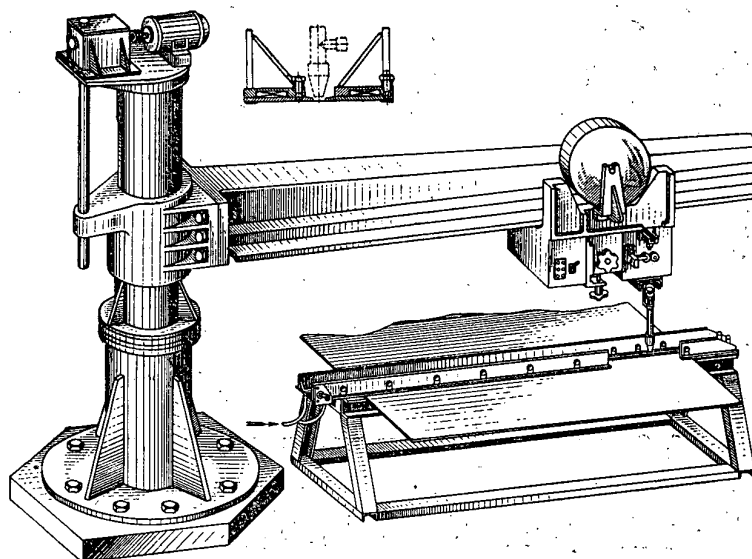
Технология сварки. Обычно из стали ЭИ654Н изготавливают баки для горючего, работающие под давлением. Они состоят из нескольких обечай

Таблица 3

Влияние метода сварки на прочность сварного соединения при повышенной температуре (листы стали ЭИ564Н толщиной 1,0 мм)

Метод сварки	Предел прочности в кг/мм^2	
	температура в $^\circ\text{C}$	
	20	400
Основной металл	101	74
Автоматическая аргоно-дуговая сварка встык без присадки и нагартковки шва	85—90	54—65
	88	60
Автоматическая аргоно-дуговая сварка встык без присадки с нагартковкой шва (прокатка)	92—96	69—70
	94	70,0
Автоматическая аргоно-дуговая сварка с присадкой	96—106	68—72
	99	70
	98—104	69—72
Автоматическая сварка в среде углекислого газа	100	70
Ручная аргоно-дуговая сварка	88—96	50—61
	91	59

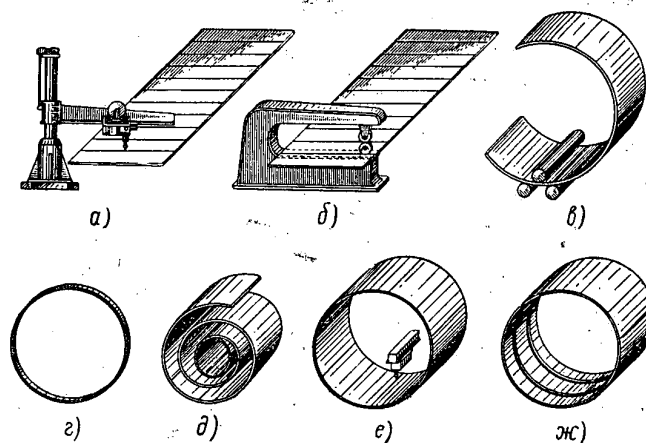
чаек цилиндрической формы, герметических шпангоутов, разделяющих бак на отдельные отсеки, и сферических или конусных днищ. Обшивка отдельных обечаек состоит из листов длиной 1,0—2,5 м.



Фиг. 12. Установка для автоматической аргоно-дуговой сварки встык без присадки.

Сталь ЭИ654Н, $\delta = 0,5 \div 2,5$ мм.

Экспериментами установлено, что при сварке нагарткованной стали ЭИ654Н для получения прочно-плотных швов целесообразно применять сварку встык без отбортовки кромок. Отбортовка кромок






Фиг. 13. Технологическая схема изготовления сварной обечайки из тонколистовой стали ЭИ654Н.

а—сварка листов в карту; б—прокатка швов; в—гибка обечайки; г—промежуточный шпангоут; д—обечайка в рулоне; е—сварка замыкающего шва; ж—сварка шпангоута с обечайкой.

этой стали возможна с радиусом не менее трех толщин, тогда как для получения прочно-плотных швов необходима отбортовка с радиусом, не превышаю-

Таблица 4
Ориентировочные режимы автоматической аргоно-дуговой сварки без присадки
(сталь ЭИ654Н)

Тип соединения	Толщина в мм	Зазор между кромками в мм	Режим сварки			Диаметр вольфрамового электрода в мм	Расход газа в л/мин
			ток в а	напряжение в в	скорость сварки в м/час		
	0,5+0,5	0—0,1	40—60	20—25	25—30	2,0	3,5
	0,8+0,8	0—0,1	70—80	20—25	25—30	2,0	4,0
	1,0+1,0	0—0,2	90—100	20—25	28—32	2,0	4,5
	1,2+1,2	0—0,3	100—110	20—25	28—32	2,0	4,5
	1,5+1,5	0—0,3	120—140	25—28	30—32	2,0	5—6
	2,0+2,0	0—0,3	130—150	25—28	32—35	2,0	6—7
	1,0+1,2	0—0,3	110	20—25	46	3,0	4—5
	1,0+1,5	0—0,3	140	25—28	32	3,0	5—6
	1,0+2,0	0—0,3	150	25—28	26	3,0	5—6
	1,0+2,5	0—0,3	160	25—28	20	3,0	5—6
	0,8+0,8	0—0,1	30—40	18—20	10	3,0	4—5
	1,0+1,0	0—0,1	60—70	18—20	10	3,0	4—5
	1,2+1,2	0—0,1	70—80	18—20	10	3,0	4—5

щим толщины свариваемых листов. Поэтому листы обшивки последовательно сваривают между собой аргоно-дуговой сваркой встык без присадки на ав-

томатических сварных соединений, встречающихся в тонколистовых крупногабаритных конструкциях.

Замыкающий шов обечайки сваривают на автомате АРК-1 в том же приспособлении, где и листы заготовки. В обечайку устанавливают промежуточные незамкнутые шпангоуты (фиг. 13, а—ж). После приварки их точечной сваркой к стенке обечайки замыкающие стыки шпангоута заваривают ручной аргоно-дуговой сваркой.

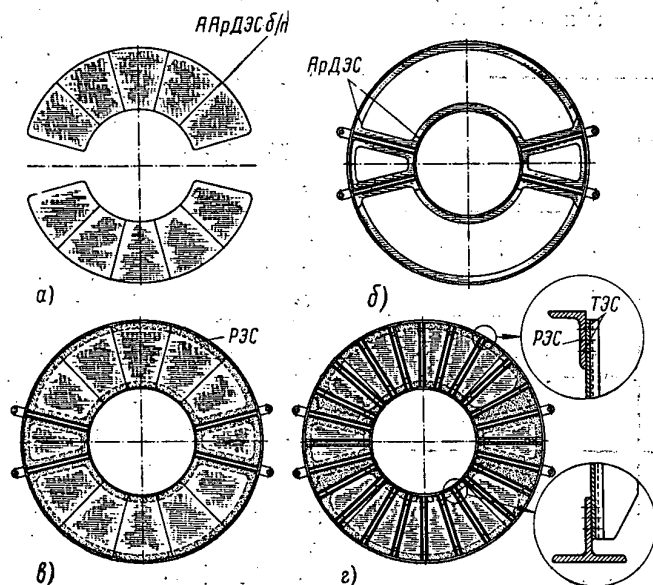
Последовательность сварки герметического шпангоута показана на фиг. 14. Стенки шпангоута сваривают автоматической сваркой встык без присадки, а каркас, вследствие сложной конфигурации швов, — ручной аргоно-дуговой сваркой. Стенки соединяют с каркасом контактной роликовой сваркой.

Днища баков, так же как и обечайки, сваривают из отдельных сферических секторов встык без присадки.

Отдельные обечайки и днища соединяют встык автоматической аргоно-дуговой сваркой на распорном кольце (см. фигуру в начале статьи) вольфрамовым электродом с подачей присадочной проволоки. Изделие вращается в центрах и опирается на поддерживающие ролики.

Для сварки обшивки встык без присадки используется переменный ток от трансформаторов типа СТЭ-23 или СТЭ-34 с осциллятором ОС-1. Для снижения составляющей постоянного тока в цепь включается балластный реостат Бр-200 или Бр-300.

Кольцевые швы свариваются постоянным током на автомате типа АДСВ (конструкции НИАТ). В качестве источника тока применяются генераторы



Фиг. 14. Технологическая схема изготовления герметического шпангоута.

а—сварка стенки шпангоута; б—сварка стыковых узлов; в—сварка стенки с профилями; г—сварка профилей жесткости.

томате АРК-1 (конструкции НИАТ), используя приспособление с пневматическими шланговыми прижимами (фиг. 12). Режим сварки и точность подгонки

Типовые соединения сварных конструкций

Таблица 5

Тип соединения	Толщина листа в мм	Рекомендуемое соотношение	Метод сварки
	$S_1 = 0,8 - 2,0$	—	Аргано-дуговая без присадки и с присадкой. В среде углекислого газа
	$S_1 = 0,8 - 1,5$ $S_2 = 1,0 - 3,0$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 - 2$	Аргано-дуговая без присадки
	$S_1 = 0,4 - 1,2$ $S_2 = 0,8 - 1,2$ $S_3 = 1,5 - 2,5$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 - 2$ $\frac{S_3}{S_1 + S_2} = 1,0 - 1,2$	Аргано-дуговая, точечная и роликовая
	$S_1 = 0,4 - 1,2$ $S_2 = 0,8 - 1,2$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 - 2$	То же
	$S_1 = 0,8 - 1,2$ $S_2 = 1,0 - 2,0$	$\frac{S_1}{S_2} = 1,0 - 1,5$	Аргано-дуговая и точечная
	$S_1 = 0,8 - 1,2$ $S_2 = 2,0$ $S_3 = 3,0$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 \div 3$ $\frac{S_3}{S_1 + S_2} = 1$	То же
	$S_1 = 0,4 - 1,5$ $S_2 = 1,2$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 - 3$	Аргано-дуговая, точечная и роликовая
	$S_1 = 0,4 - 1,2$ $S_2 = 1,0 - 1,5$ $S_3 = 1,1$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 - 3$ $\frac{S_3}{S_1 + S_2} > 1$	То же
	$S_1 = 1,0 - 2,0$ $S_2 = 1,0 - 3,0$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 \div 1,5$	Аргано-дуговая
	$S_1 = 0,4 - 1,2$ $S_2 = 0,8 - 1,2$ $S_3 = 1,5$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 \div 2$ $\frac{S_3}{S_1 + S_2} = 1$	Аргано-дуговая, точечная и роликовая
	$S_1 = 1,0 - 2,0$ $S_2 = 1,0 - 3,0$	$\frac{S_2}{S_1} = 1 \div 1,5$	Аргано-дуговая

типа ПС-500 или ПС-300м. Рекомендуются также генераторы с жесткой или возрастающей вольт-амперной характеристикой (типа ПСГ-350).

Выводы

Результаты исследований работ и производственный опыт изготовления крупногабаритных конструкций из стали ЭИ654Н позволяют сделать следующие основные выводы:

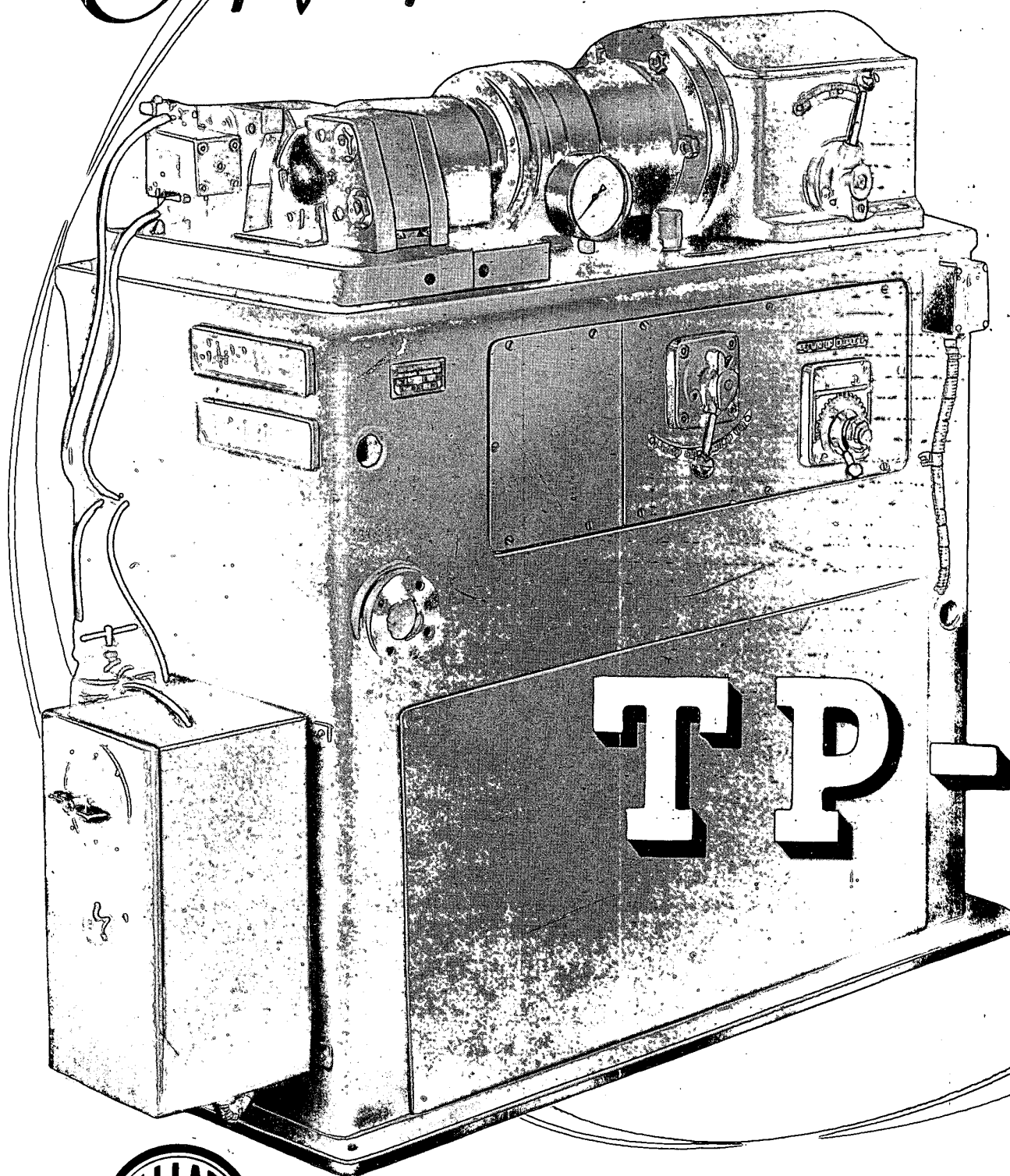
1. При автоматической и ручной дуговой сварке тонколистовой нагартованной стали ЭИ654Н в среде аргона или углекислого газа, при соблюдении установленной технологии, швы образуются плотными, без пор и трещин. Лучшая форма сварного шва обеспечивается при автоматической аргано-дуговой сварке встык без присадки.

2. Все герметические швы наружной обшивки баков следует соединять автоматической сваркой встык без присадки с последующей прокаткой швов. В тех местах, где подгонка и сварка встык без присадки затруднительны, необходимо применять автоматическую сварку в среде аргона или углекислого газа плавящимся электродом или автоматическую аргано-дуговую сварку вольфрамовым электродом с подачей присадочного металла.

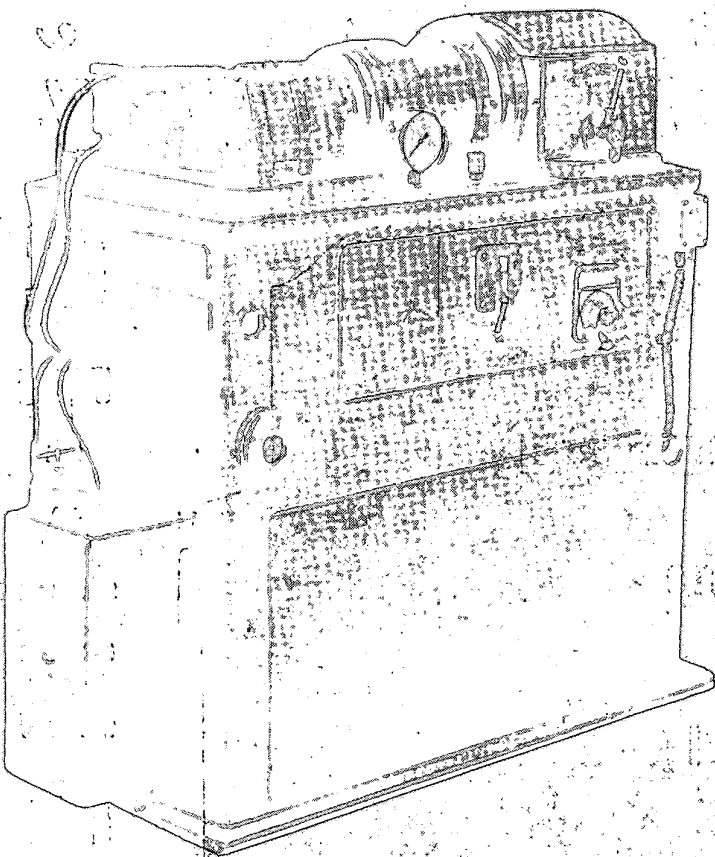
3. Дефектные места следует подваривать на автомате или вручную аргано-дуговой сваркой, но не более двух раз.

Трубоэвальцовый

СТАНОК
ТР-1



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА



Труборазвальцовочный

станок

ТР-1

Ведущий конструктор И. В. Козлов

Станок предназначен для развальцовки концов труб. По сравнению с существующими он имеет ряд преимуществ. Точная фиксация трубы при зажимании исключает разностенность конуса, а регулирование числа оборотов шпинделя и рабочей подачи инструмента обеспечивает высокую чистоту его поверхности. Наличие автоматического упора трубы гарантирует точный размер до торца конуса без последующего подрезания. Полуавтоматический цикл работы станка дает большую производительность, чем на существующих станках с ручным приводом.

Техническая характеристика

Наибольший диаметр развальцовываемых труб из цветных и черных металлов	50 мм
Усилие зажима трубы	200—1000 кг
Усилие подачи инструмента	0—1000 кг
Число оборотов шпинделя в минуту	75; 150; 300
Рабочая подача инструмента	20—1200 мм
Мощность электродвигателя	1,7 кВт
Габаритные размеры станка	1100×620×1130 мм
Вес станка	1000 кг

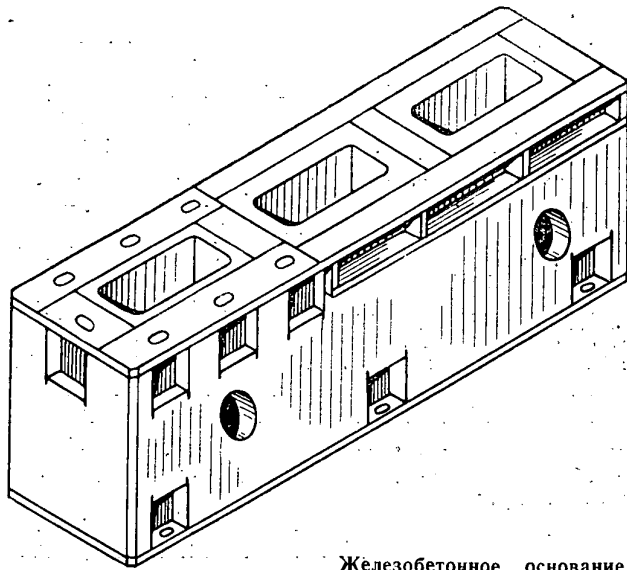
Станок изготавливается по чертежам НИАТ на станкостроительном заводе Комитета



Нормализованные железобетонные элементы каркасов ступеней*

А. И. ГУСЕВ и Д. П. ПУЦЫН

Блоки малых сечений, основания и оснастка для их изготовления



Железобетонное основание.

НИИТ и завод разработали новые железобетонные элементы сборочных приспособлений, предназначенные для замены деталей, отливаемых из чугуна. Созданы конструкции блоков колонн малого сечения для ступеней легкого типа и основания, а также оснастка для их изготовления. Такие блоки (фиг. 1) имеют поперечное сечение 300×300 мм и стандартные высоты 1000 и 1500 мм.

В отличие от ранее разработанных блоков ** поперечное сечение блоков представляет собой не прямоугольник, а квадрат размерами 300×300 мм. Фланцы на торцах блоков имеют по шесть отверстий диаметром 22 мм со стандартным шагом 150 мм, принятым для всех блоков колонн, что позволяет стыковать последние с блоками большего сечения.

Для крепления кронштейнов, фиксаторов и других узлов на боковых сторонах блоков предусмотрены два ряда сквозных отверстий диаметром 22 мм с шагом 100 мм. На одной из боковых сторон имеются два сквозных отверстия диаметром 70 мм, используемые при транспортировке и монтаже блока.

Основания (см. фигуру в начале статьи и фиг. 2) выполнены в виде прямоугольной призмы с внут-

ренными пустотами для облегчения; размеры их приведены в таблице.

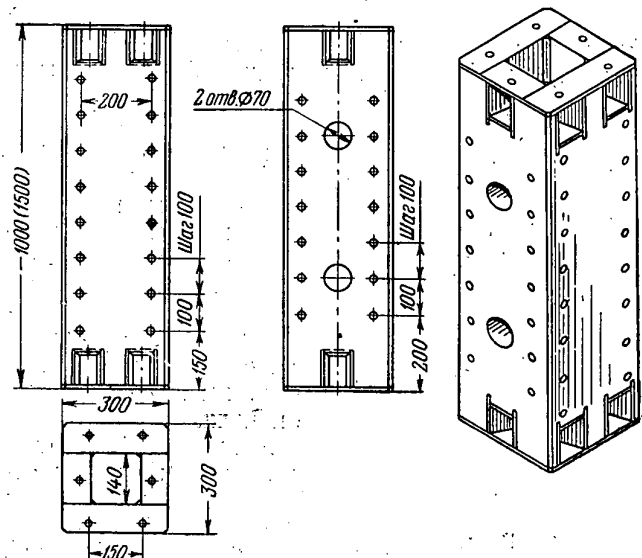
Типоразмеры оснований

Нормаль 53430 (порядко- вые но- мера)	Для ко- лонн сече- нием в мм	Основные разме- ры в мм				Количество отверстий n	Вес в кг	
		B	L	l ₁	l ₂		арма- туры	общий
315	600×450	450	1500	300	900	6	50,9	450
325	450×300	300	1200	225	700	6	38,9	310
335	300×300	300	900	150	580	4	29,7	250
345	Под бал- ку	300	600	175	250	4	20,6	170

Примечания: 1. Ввиду того, что колонны сечением 900×600 мм имеют большую опорную поверхность и устойчивость и не применяются для ступеней панельного типа, основания под них не предусмотрены.

2. Основания № 345 длиной 600 мм предназначены в качестве опорных элементов для нижних балок каркасов ступеней.

В верхней части основания находится сварной фланец (фиг. 3), состоящий из нормального фланца



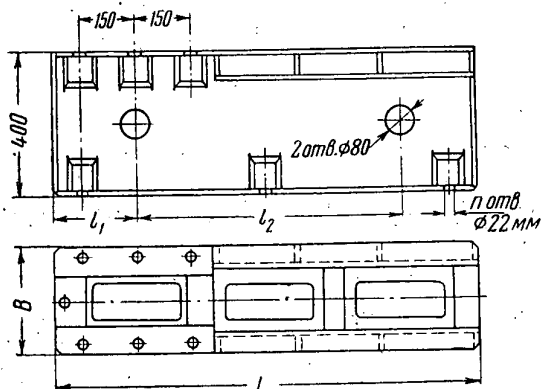
Фиг. 1. Блок колонны малого сечения.

соответствующего блока колонны и рамы из уголовой стали $60 \times 60 \times 8$ мм, на которую устанавливаются балки ступени. Отверстия под болты крепления балок на раме сверлят по месту.

* См. «Авиационная промышленность», 1957, № 2, стр. 21.

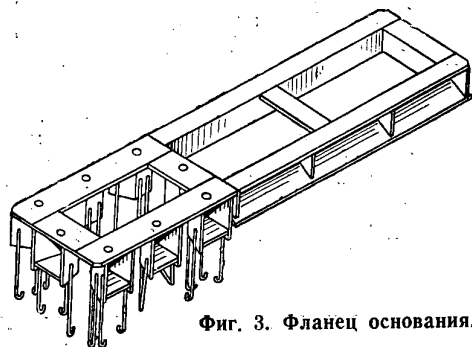
** См. нормали АН-1534.

Для свободного подхода при установке болтов крепления балки основание имеет ниши, образуемые



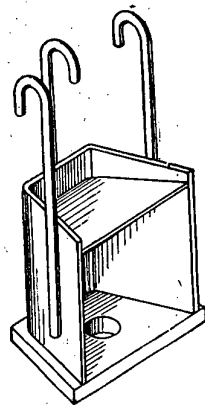
Фиг. 2. Размеры основания.

внешними уголками рамы и пластинами, подкрепленными ребрами жесткости. В нижней части основа-



Фиг. 3. Фланец основания.

ния расположено четыре-шесть сварных башмаков (фиг. 4) для крепления основания фундаментными болтами к опоре.



Фиг. 4. Башмак основания.

В продольных стенках основания предусмотрены два сквозных отверстия диаметром 80 мм, используемые при транспортировке и монтаже. Арматура стенок основания состоит из одного ряда вертикальных и горизонтальных стальных прутков диаметром 6 мм. Прутки соединяют сваркой в отдельные продольные и поперечные плоскостные панели.

Горизонтальные прутки продольных панелей по углам оснований и в местах пересечения с поперечными панелями сваривают друг с другом. Верхние концы вертикальных прутков приваривают к коробочкам фланца блока и полкам угольников рамы; при этом образуется решетчатый каркас с промежуточными стенками (фиг. 5).

Башмаки основания устанавливают и фиксируют в форме без приварки к арматуре; бетонируют их

вместе с арматурой. Заполнителем для блоков колонн и оснований служит бетон марки 200.

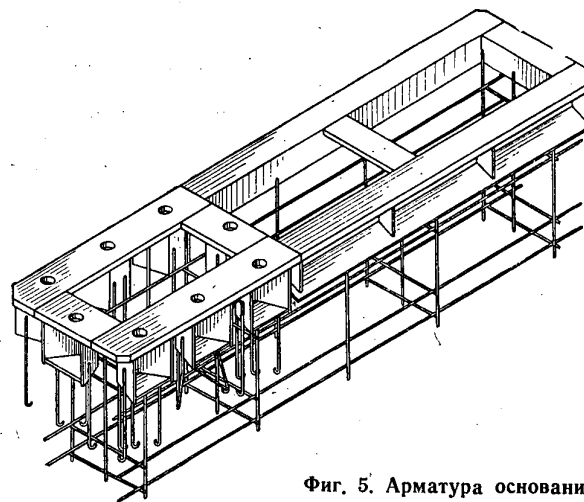
Наряду с проектированием блоков колонн малого сечения и оснований составлены руководящие технические материалы, рабочие чертежи специальной оснастки и технические условия на изготовление железобетонных элементов на базе опыта завода, которому за успешное внедрение сборочной оснастки с железобетонными колоннами присужден диплом первой степени на Всесоюзной промышленной выставке.

Руководящие технические материалы (РТМ 846) содержат:

- а) основные сведения о бетоне и железобетоне;
- б) описание типового технологического процесса изготовления блоков колонн, оснований и их деталей, включая сборку металлических узлов, бетонирование блоков колонн и оснований, их тепловую обработку и окончательную отделку;
- в) перечень оснастки, необходимой для изготовления блоков и оснований.

Основными видами оснастки являются: разборные формы для бетонирования; приспособления для сварки каркасов арматуры; приспособления для сварки панелей арматуры; приспособления для сварки фланцев блока; приспособления для сварки коробочек с анкерами; приспособления для гнутья анкеров; кондукторы для сверления отверстий во фланцах блоков и др.

Разборные формы для бетонирования блоков колонн и оснований (фиг. 6 и 7) состоят из поддона 1, торцовых 2 и боковых 3 стенок, пустообразователей 4 и верхней рамки 5. Поддон и стенки фикси-

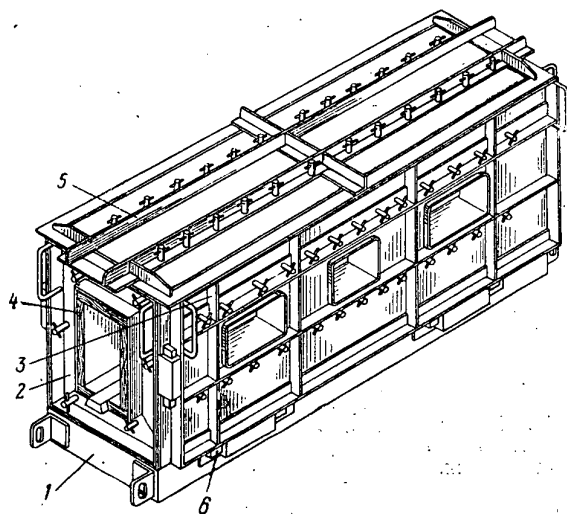


Фиг. 5. Арматура основания.

руются пальцами диаметром 20 мм и скрепляются клиновыми зажимами 6. В формах для бетонирования оснований верхняя рамка не применяется.

Поддон представляет собой жесткую раму с такелажными узлами, сваренную из швеллеров и уголка стальной и покрытую стальным листом толщиной 5 мм. На боковых плоскостях рамы расположены кронштейны под коробки клиновых зажимов; в листе обшивки предусмотрены отверстия диаметром

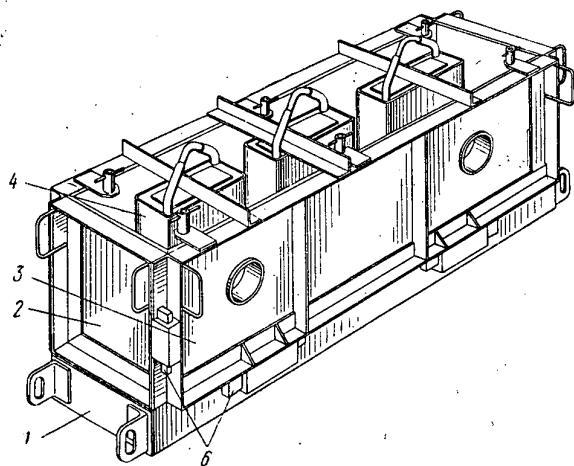
24 мм под фиксирующие пальцы торцовых и боковых стенок формы. В обшивке поддонов оснований имеются отверстия под пустообразователи.



Фиг. 6. Форма для бетонирования блока колонн.

1—поддон; 2—торцовая стенка; 3—боковая стенка; 4—пустообразователь; 5—верхняя рамка; 6—клиновой зажим.

Торцовые стенки формы блока представляют собой рамы из швеллеров, внутренний контур которых используется для постановки пустообразователей, формирующих внутреннюю полость блока. В наружных и внутренних полках швеллеров находятся вин-



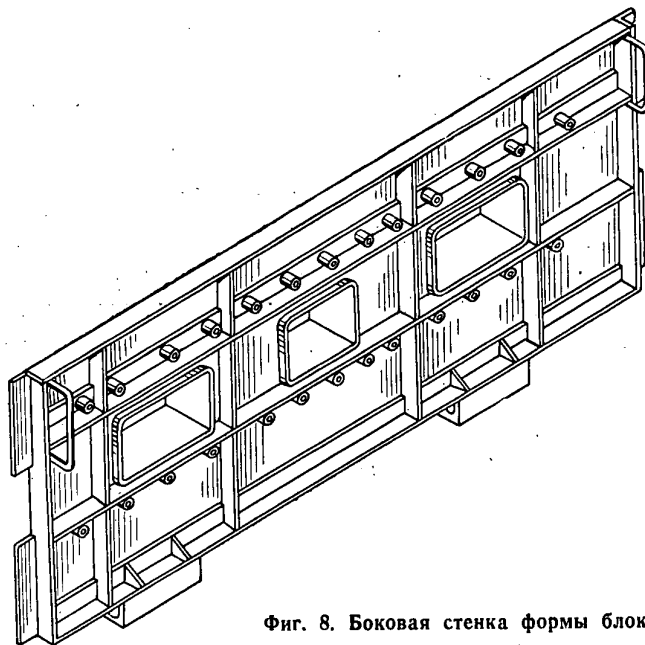
Фиг. 7. Форма для бетонирования основания.

1—6 — то же, что и на фиг. 6.

ты диаметром 16 мм для отжима боковых стенок и панелей пустообразователя при разборке формы. По торцу рамы просверлены отверстия диаметром 22 мм под винты крепления и фиксации фланцев блока и два отверстия с крючковыми болтами для крепления верхней панели при установке внутреннего пустообразователя.

Торцовые стенки форм оснований имеют рамы жесткости из уголковой стали $50 \times 50 \times 5$ мм, покрытые стальным листом толщиной 5 мм. К боковым плоскостям торцовых стенок форм блоков и оснований приварены сухари под клиновые зажимы и пальцы диаметром 20 мм для фиксации боковых стенок. Фиксация торцовых стенок с поддонами также осуществляется пальцами, находящимися в нижнем швеллере рамы.

Боковые стенки форм (фиг. 8) выполнены из уголковой стали $50 \times 50 \times 5$ мм и обшиты листовой сталью толщиной 5 мм, подкрепленной ребрами жесткости. К обшивке приварены пустообразователи, образующие монтажные окна. На стенках есть вырезы под сухари, расположенные на торцовых стен-



Фиг. 8. Боковая стенка формы блока.

ках. Снизу приварены сухари под клиновые зажимы, соединяющие боковые стенки с поддоном.

Для удобства монтажа и разборки форм торцовые и боковые стенки снабжены ручками из пруткового материала.

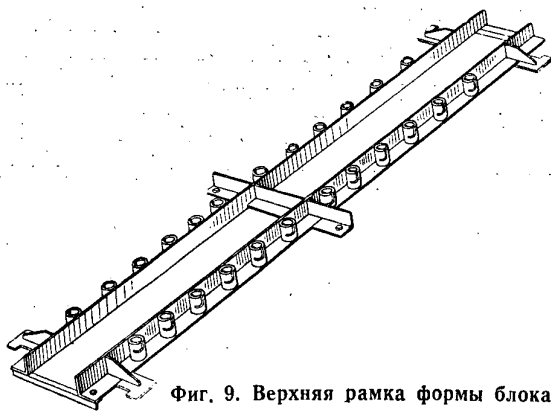
Верхняя рамка (фиг. 9) сварена из уголковой стали $50 \times 50 \times 5$ мм и предназначена в основном для установки штырей, образующих отверстия диаметром 22 мм в стенке блока колонн. Рамка фиксируется с боковыми и торцовыми стенками формы пальцами диаметром 20 мм.

В поддонах, боковых и торцовых стенках, а также в верхних рамках форм блоков колонн предусмотрены втулки под штыри, образующие отверстия в стенках блоков. Втулки приварены к уголкам жесткости и имеют байонетные прорезы, куда входят поперечные штифты, предохраняющие штыри от выпадения при вибрации формы.

Для предохранения полостей коробочек от попадания бетона служат резиновые накладки, укрепленные на обшивке поддонов и стенок, а также съемные вкладыши из листовой стали с резиной, которые ус-

танавливаются в открытые коробочки фланцев, находящиеся в зоне верхних рамок форм блоков.

Пустотообразователи внутренних полостей блоков колонн (фиг. 10) представляют собой сборные коробки, состоящие из отдельных панелей и выполненные в двух вариантах: литыми из дуралюмина и деревянными; вариант выбирается заводом при из-

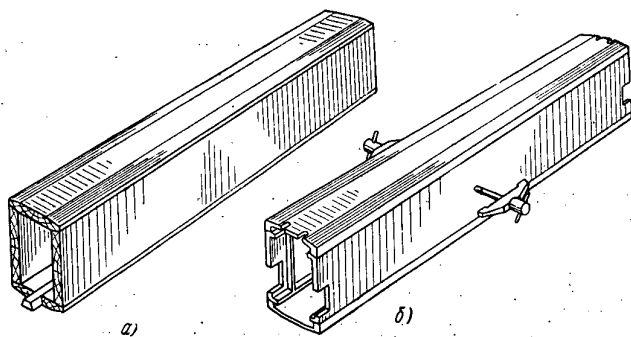


Фиг. 9. Верхняя рамка формы блока.

готовления форм. У форм блоков колонн высотой 1500 мм середину вертикальных панелей дополнительно прикрепляют к боковым стенкам винтовыми прижимами.

Металлический пустотообразователь внутренней полости обладает рядом преимуществ по сравнению с деревянным, так как дерево разбухает под действием влаги, быстро изнашивается и имеет большее сцепление с бетоном. При применении деревянных коробов рекомендуется обивать их тонкой жестию.

Пустотообразователи внутренних полостей оснований представляют собой конусные коробки

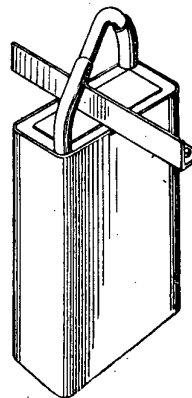


Фиг. 10. Пустотообразователи форм блоков.
а—деревянный; б—из литого дуралюмина.

(фиг. 11), сваренные из труб и уголкового стали и покрытые стальной обшивкой толщиной 2 мм. В их верхней части размещены поперечина с фиксирующими пальцами и дужка из толстостенной трубы для захвата коробки при вытаскивании ее из отформованного основания.

Для сварки каркасов арматуры блоков колонн служит горизонтальное поворотное приспособление (фиг. 12). На основном валу 1 этого приспособления устанавливаются в зависимости от габаритных

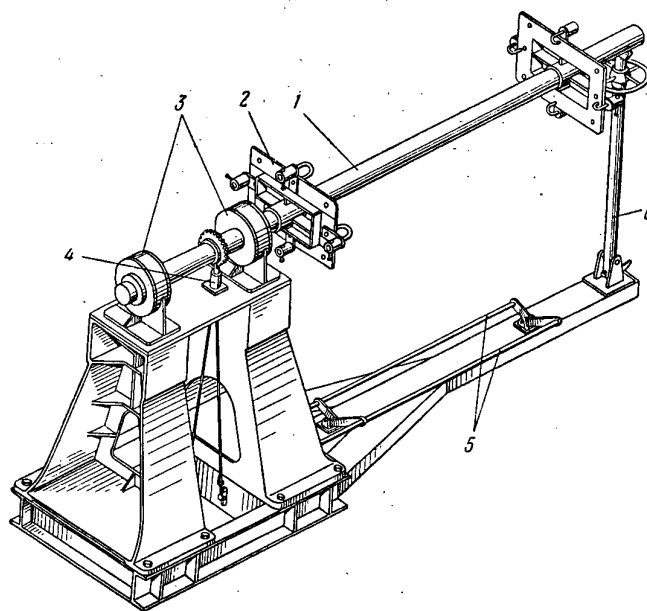
размеров блока сменные плиты 2 для фиксации фланцев по высоте блока. Вал вращается в подшипниках 3 и снабжен стопорным механизмом 4, управляемым сварщиком во время работы ножной педалью 5. С целью предохранения от изгиба под свободным концом вала находится регулируемая стойка 6, откидывающаяся вниз при снятии с приспособления внешней плиты и сваренного каркаса арматуры.



Фиг. 11. Пустотообразователь формы основания.

Приспособление для сварки фланцев блоков колонн (фиг. 13) представляет собой раму 1 из швеллеров, на которой установлены фиксаторы 2 пластин фланца. Приспособление имеет откидные упоры 3 и съемные линейки 4 с откидными фиксаторами для коробочек.

Фланец и каркас арматуры основания сваривают в одном приспособлении (фиг. 14). К раме 1 приварены упоры 2, винтовые прижимы 3 для фиксации деталей фланца и откидные фиксаторы 4 ребер жесткости. Для установки и фиксации продольных панелей арматуры



Фиг. 12. Приспособление для сварки каркасов арматуры блоков колонн.

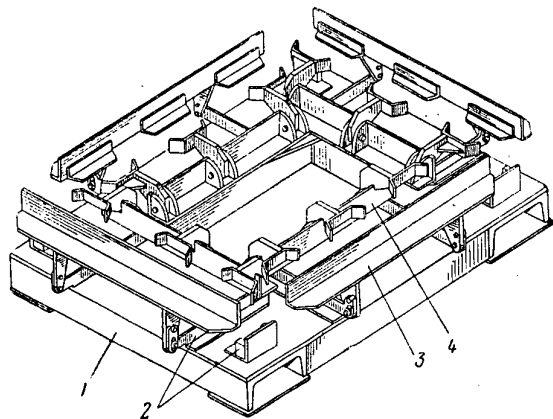
1—вал; 2—сменная плита; 3—подшипники; 4—стопорный механизм; 5—ножная педаль; 6—регулируемая стойка.

предусмотрены стойки 5, состоящие из угольников с выдвижными фиксаторами 6. Поперечные панели не фиксируются и устанавливаются на продольные панели по месту.

Сварку панелей арматуры блоков колонн и оснований ведут в универсальных приспособлениях (фиг. 15). Их основой является рама 1 из уголкового стали $50 \times 50 \times 5$ мм, к которой приложен комплект

съемных линеек 2, фиксирующих расположение прутков панелей арматуры. Рама имеет серию отверстий с указанием их дистанций; эти отверстия служат для фиксации положения линеек.

Съемные линейки (фиг. 16) изготавливаются из уголкового стали $30 \times 30 \times 4$ мм и снабжены штыря-

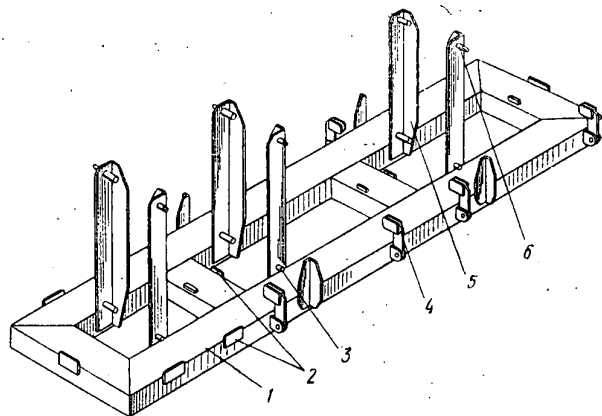


Фиг. 13. Приспособление для сварки фланцев блока.

1—рама; 2—фиксатор; 3—откидной упор; 4—съемная линейка.

ми для фиксации по установочным отверстиям рамы; в линейках есть также прорезы и упоры для прутков арматуры.

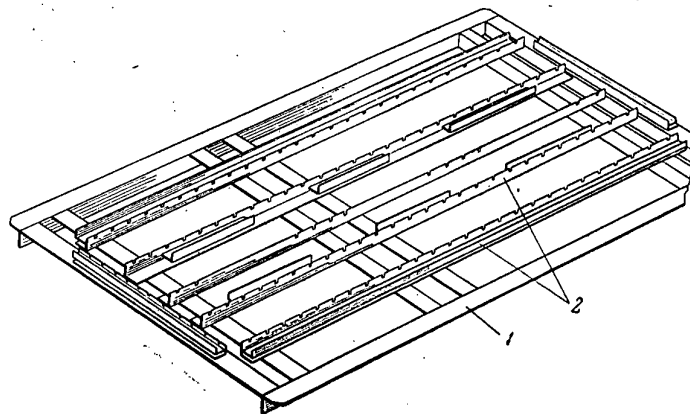
Универсальные приспособления позволяют собирать и сваривать панели блоков колонн и оснований всех типоразмеров; поэтому их рамы сконструированы с учетом наибольших размеров панелей. Если в производстве применяются только отдельные типы



Фиг. 14. Приспособление для сварки фланца и каркаса арматуры основания.

1—рама; 2—упор; 3—прижим; 4—откидной фиксатор; 5—стойка; 6—выдвижной фиксатор.

блоков колонн и оснований, то можно делать приспособления меньших размеров, т. е. изготавливать раму в соответствии с большими габаритными размерами панелей арматуры; в этом случае отверстия в рамах для установки съемных линеек следует сверлить только на требуемых дистанциях, а съемные

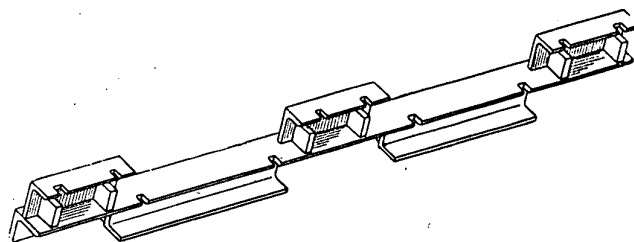


Фиг. 15. Приспособление для сварки панелей арматуры.

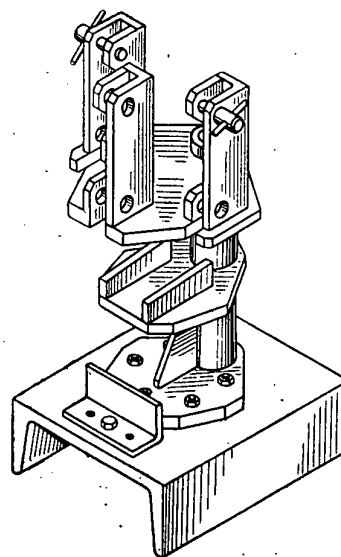
1—рама; 2—съемные линейки.

линейки выполнять только необходимых типоразмеров.

Сборку и сварку деталей коробочек фланцев блока колонн и башмаков оснований, а также приварку



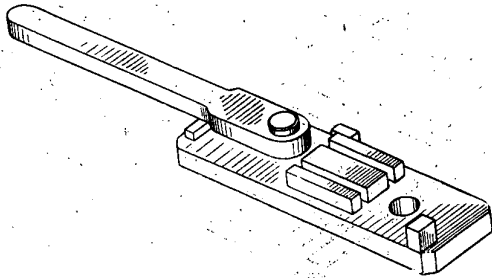
Фиг. 16. Съемная линейка.



Фиг. 17. Приспособление для сварки коробочки с тремя анкерами.

к ним трех или четырех анкеров осуществляют в приспособлении типа, показанного на фиг. 17.

Приспособление включает фиксаторы для скобы и доньшка коробочки, а также для анкеров, что дает возможность сваривать коробочки с двумя положениями анкеров по высоте.

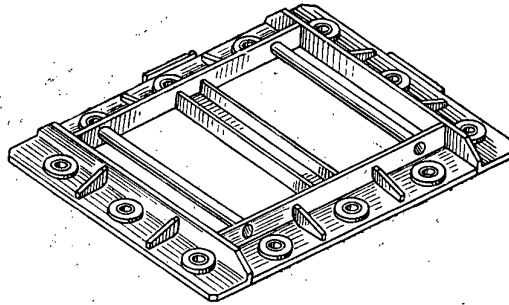


Фиг. 18. Приспособление для гнутья анкеров.

Для гнутья анкеров служит универсальное приспособление (фиг. 18), имеющее пластинчатую оправку с фиксаторами для прутков и отверстия, в которые вставляется рукоятка для гнутья анкеров.

Для сверления отверстий диаметром 22 мм во фланцах блоков колонн применяют накладные кондукторы (фиг. 19). К раме из уголковой стали приварены два упора по контуру фланца и шайбы с запрессованными направляющими втулками.

К оснастке, необходимой для изготовления блоков колонн и оснований, относятся также приспособления для сварки и сверления отверстия в башмаке; вырубной и гибочный штампы для деталей коробочки; приспособление для вытаскивания штырей из форм блоков колонн.



Фиг. 19. Кондуктор для сверления отверстий во фланце блока.

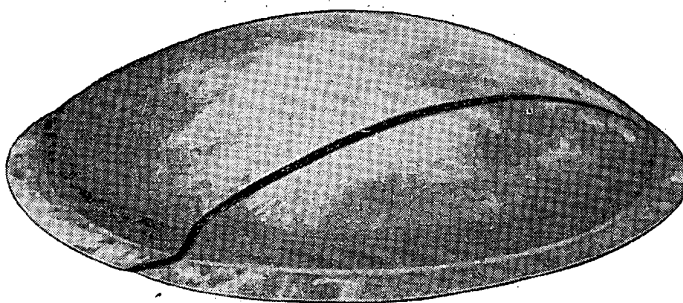
В настоящее время НИАТ совместно с заводом разрабатывает материалы по применению железобетона для изготовления балок и стоек (подставок) сборочных приспособлений.



Технологические особенности аргоно-дуговой сварки конструкций из титана

Д. А. ПОЛЯКОВ, А. Ф. ДРУГОВ и Г. Л. РОХМАН

Защита обратной и лицевой сторон шва



Днище, штампованное из листов, предварительно сваренных встык на механизированной установке.

Для освоения ответственного изделия из титана со швами весьма сложной конфигурации и разнообразными типами сварных соединений потребовалось предварительно исследовать некоторые вопросы

аргоно-дуговой сварки титана *. Ниже описаны полученные результаты.

Сваривали листовый материал ВТ1-2, находившийся в состоянии поставки, предел прочности которого, согласно ЦМТУ 4754—56, равнялся 55—70 кг/мм², а угол загиба 120—70°. Механизированную сварку вели без присадки. В качестве защитного газа применяли аргон первого состава.

Установка для механизированной аргоно-дуговой сварки криволинейных контуров. Сварка без присадки требует особо тщательных подготовки и ведения процесса: недопустимы зазоры в соединении, а также изменение расстояния между изделием и концом электрода. Последнее условие легко соблюдать при использовании плоских листов и чрезвычайно трудно — во время

* В исследовании и производственном освоении процесса, проведенных НИАТ совместно с заводом, принимали участие Е. В. Вельд, Л. М. Фролов и Е. П. Марфина.

сварки криволинейных контуров. Следует отметить, что несмотря на тщательное изготовление оснастки для установки и вращения детали всегда существует эллипсность, даже тогда, когда данная деталь представляет собой тело вращения.

До сих пор отсутствовал достаточный опыт промышленного применения рассматриваемого способа сварки титановых деталей криволинейной формы. Употребление на некоторых заводах специальных плавающих сварочных головок не дало положительных результатов.

В описываемой работе использовали обычную сварочную горелку, закрепленную на головке автомата АРК-1; горелка легко поворачивается вокруг своей оси. Свободный конец ее подвешен к той же головке автомата с помощью пружины; другой конец, где установлен электрод, опирается на изделие выступом высотой 5—6 мм, имеющимся на мундштуке; последний изолирован от токоведущих частей.

В процессе сварки кольцевого шва изделие, вращаясь, поднимает или опускает горелку в зависимости от изменения своей формы, поэтому расстояние между электродом и изделием всегда остается постоянным.

Усовершенствование защиты лицевой стороны шва. Защита шва от окружающей среды является важнейшим условием дуговой сварки титана, так как от ее эффективности зависит качество соединений. Критерием в этом случае могут служить цвета побежалости на шве и околошовной зоне.

Считается, что поверхность шва серебристого цвета лучше синего, а синего — лучше серого. Однако определение цвета, во-первых, иногда затруднительно, а, во-вторых, носит субъективный характер. Кроме того, трудно установить твердые нормативы цветов побежалости, допустимых в производстве.

Имеющиеся в литературе данные о влиянии последних на механические свойства сварных соединений противоречивы.

Ввиду этого были снова испытаны свойства шва в зависимости от цветов побежалости; опыты проводили на образцах из листа толщиной 1,0 мм, изготовленных механизированной сваркой без присадки. Различие цветов побежалости достигалось не путем, заведомо ухудшающим качество шва, а приемами, встречающимися на практике (изменением размеров и формы защитных устройств, а также расхода аргона).

В табл. 1 приведены результаты испытания образцов, показывающие, что швы с синей и серебристой поверхностью практически имеют одинаковые свойства, а шов с серой матовой поверхностью обладает весьма низкими механическими свойствами.

Характер разрушения образцов представлен на фиг. 1.

Установлено, что чрезмерный расход аргона ухудшает качество шва; например, шов с серым матовым цветом был получен при сварке с дополнительным козырьком, но тогда, когда расход аргона превышал 20 л/мин. Это явление, по-видимому, объясняется

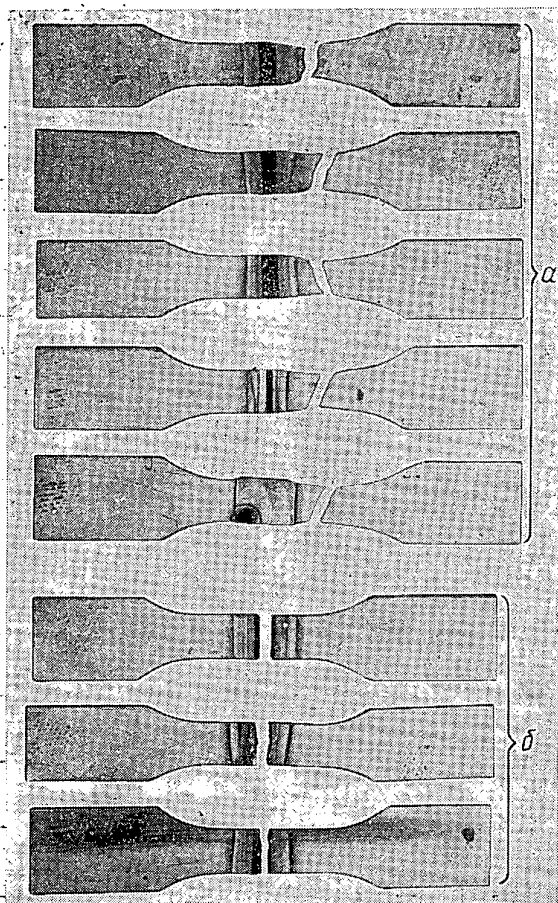
Таблица 1
Результаты испытания сварных образцов с различными цветами побежалости*

Цвет поверхности шва	Предел прочности образца в кг/мм ²		Угол загиба в град.		Относительное удлинение в %
	с параллельными гранями	с вырезом	поперек шва	вдоль шва	
Серебристый	66,7—67,3 66,9	70,0—72,8 71,8	90—125 106	105—105 105	16,2—17,5 17,0
Синий прозрачный с переливами	65,3—66,5 65,8	69,6—75,5 73,0	103—116 109	—	17,5—17,5 17,5
Синий прозрачный с легким налетом	66,0—67,0 66,4	72,6—77,6 74,9	91—137 108	—	15,7—18,2 17,2
Серый матовый	56,5—63,4 61,1 (по шву)	32,6—38,3 36,6	20—51 31	—	2,5—3,7 3,3
Вишневый	—	—	—	66—81 75	—
Фиолетово-зеленый	—	—	—	35—76 55	—
Фиолетовый	—	—	—	72—105 89	—
Светло-серый прозрачный	—	—	—	90—91 90	—

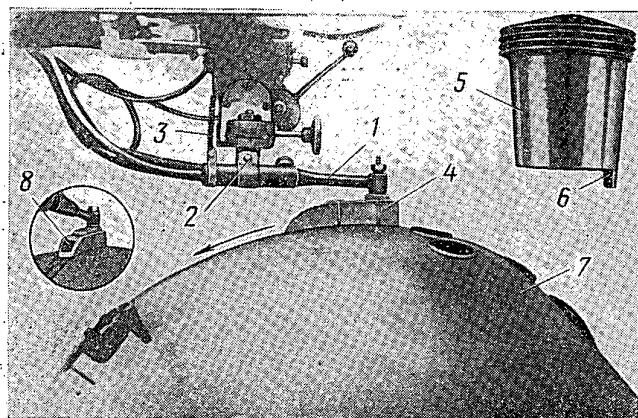
* Рентгенопросвечиванием дефектов не обнаружено.

возникновением вихревых движений газа, ослабляющих защиту шва от окружающей среды.

Мундштуки с увеличенным диаметром сопла, а также с дополнительным козырьком не обеспечивают стабильную защиту шва; на ее эффективность сильно влияют незначительные изменения расхода аргона и движения воздуха в цехе, положение мундштука над изделием и т. д. Опыты показали, что надежно защитить шов можно при сварке под закрытым колпаком, представляющим собой металлическую коробку длиной 150 мм и сечением 50×50 мм, устанавливаемую на изделие. В коробку вводится обычный мундштук горелки; таким образом, зона сварки не имеет открытого сообщения с окружающим воздухом. Сварка под колпаком подобна сварке под слоем флюса: в обоих случаях дуга закрыта, и поэтому сварщик не пользуется защитным щитком. Наблюдение ведут по приборам и через защитное стекло в стенке колпака. Описанным способом достигают того, что при любых вариантах режима сварки, в широком диапазоне расхода аргона, поверхность швов постоянно имеет серебристый цвет. В этом случае дуга должна возбуждаться автоматически, с помощью осциллятора. На



Фиг. 1. Характер разрушения сварных образцов.
а—швы с серебристой поверхностью; б—швы с серой матовой поверхностью.

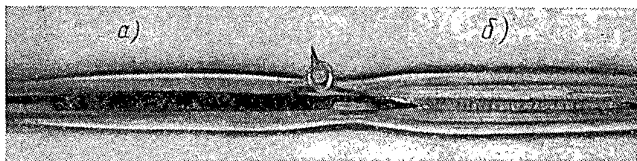


Фиг. 2. Установка для механизированной аргоно-дуговой сварки детали с криволинейным контуром под защитным колпаком.

1—сварочная горелка; 2—ось вращения горелки; 3—пружина для подвески горелки; 4—защитный колпак; 5—мундштук горелки; 6—выступ мундштука; 7—изделие; 8—защитное стекло колпака.

фиг. 2 приведена установка для механизированной аргоно-дуговой сварки под защитным колпаком.

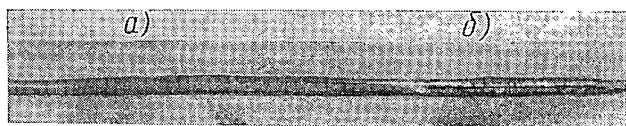
Возможность получения сварных швов, не имеющих дефектов и обладающих достаточной прочностью и пластичностью, позволила применить новую технологию изготовления сферических днищ. Листы предварительно сваривали встык без присадки, а затем штамповали днища (см. фигуру в начале статьи).



Фиг. 3. Обратная сторона шва в местах:

а—плотного прилегания и б—неплотного прилегания остающейся подкладки.

Защита обратной стороны шва. Исследованы возможность защиты обратной стороны шва остающейся подкладкой, а также особенности сварки соединений с отбортовкой кромок. Соединения на остающейся подкладке были выполнены механизированной сваркой, а соединения с отбортовкой кромок — вручную. Подкладка служила для механической защиты обратной стороны шва в тех случаях, когда было трудно защитить ее аргоном. В ме-



Фиг. 4. Рентгено снимок шва в местах:

а—плотного прилегания и б—неплотного прилегания остающейся подкладки.

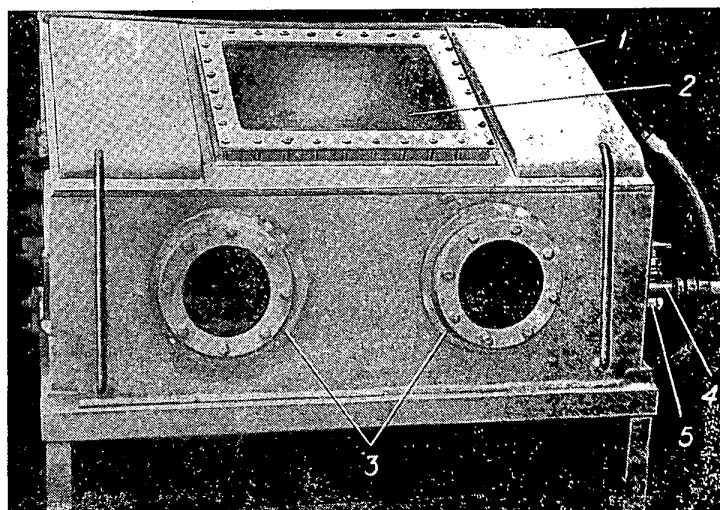
стах плотного прилегания подкладки к образцу обратная сторона шва имела гладкую серебристую поверхность, а в местах неплотного прилегания — матовую (шероховатую со складками), со следами несплавления кромок (фиг. 3 и 4). Так как при малой толщине (1 мм) свариваемых деталей и подкладки трудно осуществить плотное прилегание последней к поверхности детали вследствие нагрева при сварке, а неплотное прилегание подкладки не обеспечивает защиты обратной стороны шва, в тонколистовых конструкциях из титана нельзя допускать соединения на остающейся подкладке без защиты обратной стороны шва нейтральным газом. Установлено, что соединения с отбортовкой кромок без защиты обратной стороны шва также не дают положительных результатов; если эта сторона защищена, хорошее качество соединения достигается при минимальных значениях радиуса и высоты отбортовки.

Соединение обладает хорошими механическими свойствами, если оно выполнено так, что его нельзя отличить от нормального стыкового соединения (фиг. 5, а). Подобные результаты дает сварка листов

толщиной 1—1,2 мм, когда величина отбортовки составляет 1,5 мм, а радиус—2,5 мм.

В соединениях, где сварной шов выполнен, как показано на фиг. 5,б и 5,в, предел прочности снижается пропорционально увеличению высоты отбортовки (табл. 2).

Сварка в герметической камере. Изготовление из титана сварных деталей сложной конфигурации представляет большую трудность ввиду неудобства применения подкладок для защиты обратной стороны шва. Такие детали сваривали в специальной герметической камере (фиг. 6 и 7) с нейтральной атмосферой. Камера выполнена из малоуглеродистой стали; длина ее 900 мм, ширина 700 мм, средняя высота 600 мм. Она работает следующим образом. Перед началом сварки в камеру загружают детали через загрузочный люк с резиновой изоляцией. Сварочная горелка представляет собой обычный электрододержатель, зажимающий вольфрамовый электрод. Токотводящий кабель от генератора подключен к герметично вваренному болту 5, к которому внутри камеры присоединен сварочный провод горелки. Ру-



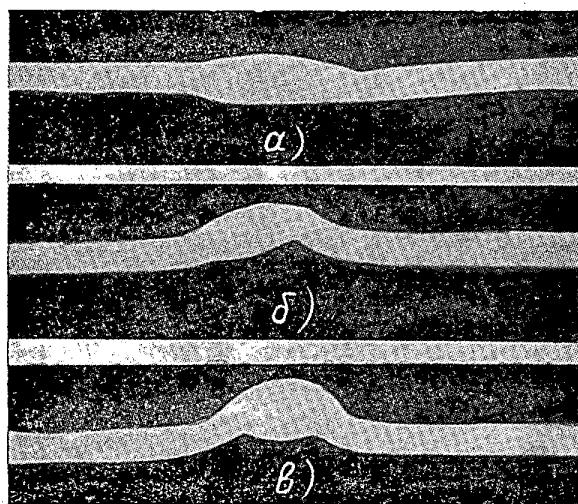
Фиг. 6. Герметическая камера для сварки деталей из титана (вид спереди).

1—корпус камеры; 2—смотровое окно; 3—резиновые рукава с перчатками; 4—кран для впуска аргона; 5—болт для крепления токоподводящего провода.

Таблица 2

Результаты испытания на растяжение образцов соединений, сваренных встык с отбортовкой кромки радиусом 2,5 мм (толщина листа 1,2 мм)

Высота отбортовки в мм	Предел прочности в кг/мм ²	Место разрушения
1,5	62,5—63,0 62,5	По основному материалу
2,0	48,5—61,0 54,0	По границе шва
3,0	30,0—32,5 31,0	

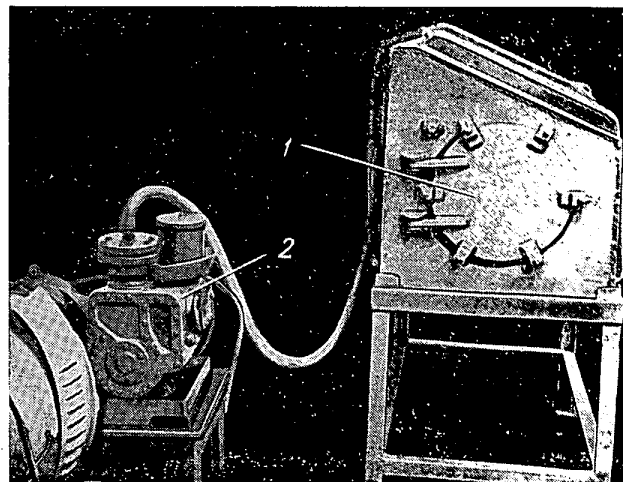


Фиг. 5. Сечения швов, выполненных встык с отбортовкой кромок.

а, б, в—высота отбортовки соответственно 1,5; 2 и 3 мм.

6*

кава 3 плотно скатывают, а отверстия для перчаток снаружи камеры закрывают крышками. После этого отсасывают воздух вакуумным насосом ВН-2, создающим за 10—15 мин. вакуум в 1—0,5 мм рт. ст. Для получения требуемого вакуума 0,01 мм



Фиг. 7. Герметическая камера для сварки деталей из титана (вид сбоку).

1—загрузочный люк; 2—вакуумный насос.

рт. ст. времени затрачивается в несколько раз больше. Немедленно по достижении этой величины переключают насос с помощью зажима на шланге из вакуумной резины, идущем от насоса к камере; затем последнюю заполняют аргоном до нормального атмосферного давления, после чего снимают крышки с отверстий для резиновых перчаток. Сварщик вставляет руки в перчатки и начинает сварку. За процес-

сом наблюдают через смотровое окно 2. Поверхность швов деталей, сваренных в камере без дополнительной защиты лицевой стороны шва, бывает слегка окисленной (светло-синий цвет побежалости).

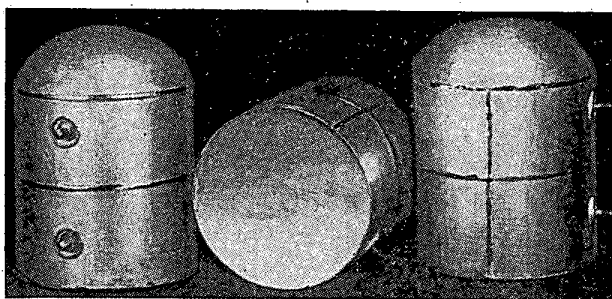
В настоящее время сварка в камере является еще

малопроизводительным процессом ввиду чрезмерной длительности отсоса воздуха до требуемого вакуума. Модернизация камеры и применение автоматических устройств позволят сократить время, необходимое для ее подготовки, до минимума.

Сварка и термическая обработка сплава Д20

С. В. ЛАШКО-АВАКЯН, В. П. КОЗЛОВСКАЯ, А. С. ЗВЯГИН и В. А. ШУКСТ

Старение сплава и его подготовка к сварке



Сварные бачки.

Новый алюминиевый сплав Д20 (6—7% Cu; 0,4—0,8% Mn; 0,1—0,2% Ti; остальное Al; примеси: не более 0,3% Fe; не более 0,3% Si; не более 0,03% Mg) относится к системе Al—Cu и обладает хорошими свариваемостью и технологическими свойствами при литье и деформации. Листовой материал из этого сплава по прочности при нормальной и повышенных температурах превосходит наиболее высокопрочный свариваемый сплав АМг6Т (табл. 1). Проч-

Таблица 1

Механические свойства листов толщиной 2,5 мм из сплавов Д20 и АМг6Т

Сплав	Температура в °C											
	20			200			300			350		
	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ , %	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ , %	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ , %	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ , %
АМг6Т	35	22	24	20,9	17,5	57,3	10,2	9,4	73	—	—	—
Д20	40	29	11	26,0	19,0	16,0	12,5	10,5	17	9,0	—	24

ность сварных соединений из сплава Д20 при комнатной температуре на 15% ниже прочности таких же соединений из сплава АМг6Т (табл. 2), а при температуре более 150° — на 15—30% выше. Сварные соединения из нового сплава могут быть упрочнены примерно на 20% закалкой и искусственным старением.

Таблица 2

Средняя прочность и технологические свойства сварных образцов из сплавов Д20, АМг6Т и Д16Т

Сплав	Склонность к образованию трещин при сварке плавлением (крестовая проба) в %	Предел прочности в кг/мм ²			Угол загиба в град
		температура в °С			
		20	200	300	
Д20	0—4	30	22	11	60—75
АМг6Т	4—6	35	19	8	90
Д16Т	70—80	33	25	—	18—40

Сплав Д20 можно применять в виде плакированных листов, прессованных полуфабрикатов и штампованных деталей.

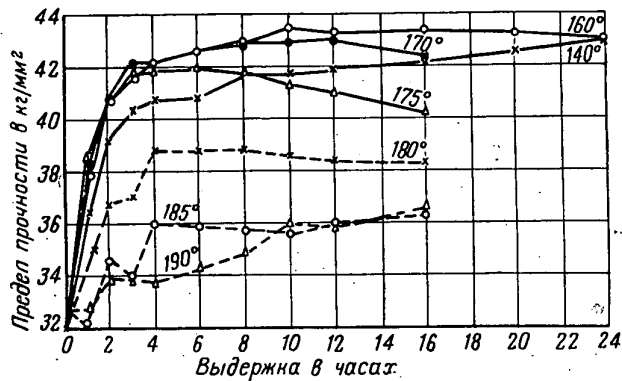
В статье описаны результаты исследований, проведенных ВИАМ совместно с заводом и одним из ОКБ с целью опробования сплава Д20 для изготовления опытных изделий (бачков, герметичных кабин) в производственных условиях. Были уточнены режимы термической обработки сварных соединений и установлена возможность использования литой арматуры и другого фасонного литья из нового сплава в сварных изделиях.

Исследование старения листов. Детали из сплава Д20 можно обрабатывать холодной штамповкой.

Как известно, в свежезакаленном состоянии сплавы типа дуралюмин обладают высокой пластичностью. В процессе естественного старения пластические свойства снижаются, и поэтому холодную деформацию в этом состоянии осуществить невозможно. Двойные сплавы системы Al—Cu, приготовленные на техническом алюминии, в отличие от сплавов типа дуралюмин почти не упрочняются в процессе вылеживания при комнатной температуре после закалки. Значительное упрочнение сплавов системы Al—Cu достигается после закалки и искусственного старения при температуре выше 100° C.

Влияние легирующего элемента Mn на естественное старение сплавов рассматриваемой системы неизвестно. Ранее было детально исследовано влияние температуры и времени искусственного старения на

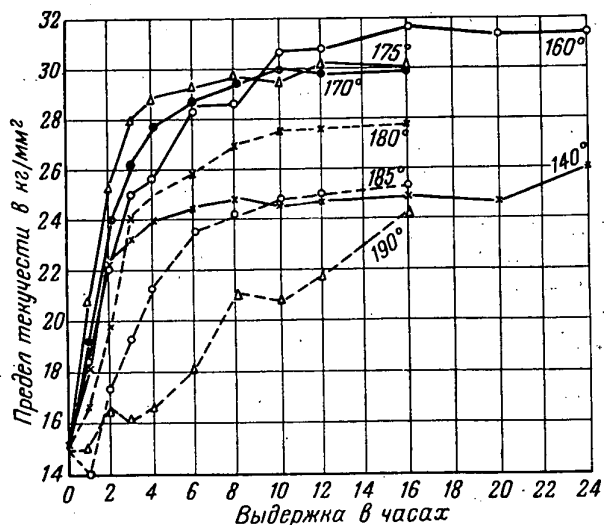
механические свойства листов из сплава Д20. Старение вели при 140, 150, 160, 170 и 180° С, сразу же после закалки. На основании полученных данных (фиг. 1—3) был предложен оптимальный режим ста-



Фиг. 1. Зависимость предела прочности сплава Д20 после старения от температуры.

рения листового материала: температура 160—170° С; время выдержки 10—16 час. Сплав Д20 закачивают при $535 \pm 5^\circ \text{C}$; продолжительность нагрева и все остальные условия закалки и перезакалки должны соответствовать инструкции ВИАМ № 357—55 для сплавов типа дуралюмин.

В связи с необходимостью пластической деформации при подготовке изделий под сварку исследовали изменение механических и технологических свойств сплава Д20 в процессе вылеживания при комнатной температуре, а также влияние времени предшествую-



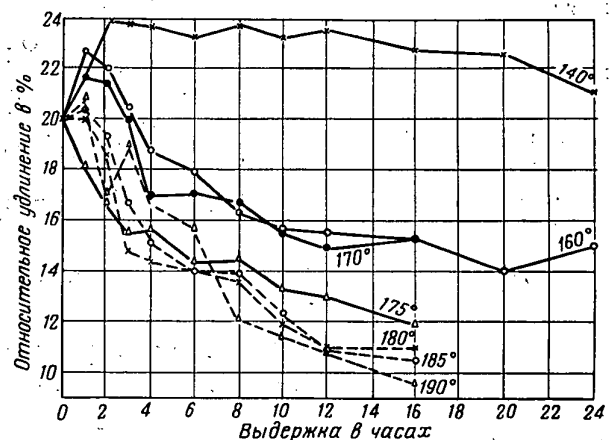
Фиг. 2. Зависимость предела текучести сплава Д20 после старения от температуры.

щего естественного старения на свойства сплава в искусственно состаренном состоянии. Для этого образцы были испытаны на разрыв и загиб радиусом 1,2 и 3 мм непосредственно после закалки и вылеживания при комнатной температуре в течение 7; 14 суток, 1; 3; 6 и 9 месяцев.

После вылеживания образцы испытывали в естественно состаренном состоянии и после дополнительного искусственного старения. Последнее во всех случаях вели при температуре $165 \pm 5^\circ \text{C}$ в течение 10 час. Результаты опытов приведены в табл. 3.

Из таблицы следует, что в процессе трехмесячного вылеживания при комнатной температуре после закалки механические свойства листов из сплава Д20 существенно не изменяются, т. е. данный сплав не упрочняется при естественном старении. Этим объясняется и то обстоятельство, что время перерыва между закалкой и последующим искусственным старением не влияет на механические свойства сплава в искусственно состаренном состоянии.

Таким образом, высокую пластичность, свойственную закаленному состоянию, сплав сохраняет, по-видимому, длительное время после закалки. Поэтому



Фиг. 3. Зависимость удлинения сплава Д20 после старения от температуры.

холодную деформацию и искусственное старение изделий можно вести в любое время после закалки. Это облегчает применение сплава Д20 и технологию его производства.

Приведенные данные показывают также, что тонкие листы перед сваркой могут быть отбортованы с радиусом, примерно равным толщине материала, только в закаленном состоянии. В этом же состоянии успешно штампуют (или изготавливают на давальном станке) листовые детали. При глубокой деформации требуется промежуточная перезакалка заготовки.

Подготовка поверхности и выбор оптимального режима аргоно-дуговой сварки. С целью выбора наиболее рационального способа подготовки поверхности образцов из сплава Д20 под сварку были исследованы следующие технологические варианты:

- обезжиривание и травление листов по инструкции ВИАМ № 230—54 с последующей зачисткой свариваемых кромок вручную стальной щеткой;
- обезжиривание листов с последующей зачисткой кромок вручную стальной щеткой;
- зачистка кромок стальной щеткой вручную.

Таблица 3
Механические свойства листов из сплава Д20 после различных режимов старения

Время вылеживания при комнатной температуре	Механические свойства					
	после вылеживания при комнатной температуре*			после дополнительного старения при 165°C в течение 10 час.**		
	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %	σ_b кг/мм ²	$\sigma_{0,2}$ кг/мм ²	δ %
В свежезакаленном состоянии	31,5	14,2	23,7	41,8	28,1	19,0
	31,5—31,6	13,8—14,8	23,3—24,2	41,7—42,0	27,8—29,0	18,5—19,4
7 суток	32,0	14,1	23,6	41,7	29,7	18,3
	31,7—32,4	13,9—14,5	23,2—24,2	41,5—42,0	29,6—30,0	17,5—19,8
14 суток	31,9	14,1	23,6	41,5	30,4	17,1
	31,6—32,1	14,1—14,2	23,3—23,8	40,7—41,9	30—30,6	16,4—18,0
1 месяца	31,8	13,9	23,2	41,8	29,5	19,9
	31,6—32,0	13,4—14,3	21,8—24,7	41,7—42,0	29,4—29	19,7—20,0
3 месяца	31,4	14,9	22,8	40,6	29,7	14,9
	31,4—31,5	14,3—15,0	21,7—23,0	40,4—40,7	29—29,8	14,8—15,0
6 месяцев	32,5	16,4	22,7	41,2	29,4	18,0
	32,2—32,8	16—16,5	21,6—23,2	41—41,4	29—29,9	15,8—19,8
9 месяцев	32,8	16,9	21,5	41,1	29,0	18,0
	32,7—32,9	16,5—17,3	21,5—21,5	41—41,2	28,7—29,5	18,0—18,0

* При загибе радиусом 1 мм трещины отсутствовали.

** Наблюдались трещины.

На листах толщиной 1,8 и 2,32 мм, предварительно анодированных с наполнением хромпиком, кромки защищались механическим путем.

Рентгенопросвечиванием и исследованием сварных соединений установлено, что любой из перечисленных способов подготовки поверхности листовых деталей под сварку обеспечивает хорошие технологические свойства материала при сварке: сплавление кромок, отсутствие пор и чистоту швов. Во всех случаях качество сварных швов было удовлетворительным. Поэтому, если не требуется предварительно травить листы (например, под точечную или роликовую сварку), то перед сваркой плавлением можно применять обезжиривание и зачистку стальной щеткой соединяемых кромок.

Решающее влияние на качество сварных соединений оказывает режим сварки. При недостаточном токе кромки с обратной стороны шва плохо сплавляются. На рентгеновских снимках таких соединений обнаруживается непрерывная цепочка пор. Соединения с подобными дефектами при испытании на статический разрыв разрушаются по шву в месте несплавления кромок и имеют пониженный предел прочности (20—23 кг/мм²). В изломе таких образцов наблюдаются окисные пленки. Дефектные участки швов могут быть исправлены переваркой их на большем токе сверху или (что лучше) с обратной стороны шва. При этом окисные пленки необходимо вывести на поверхность ванночки жидкого металла.

При сварке образцов различной толщины было установлено, что ток в зависимости от толщины листа должен быть в пределах, указанных в табл. 4.

Напряжение тока при сварке составляло 18 в. Применялись вольфрамовые электроды диаметром 1,5—2,5 мм и аргоно-дуговая горелка НИАТ. Присадкой служила «лапша» из листов, обезжиренная и зачищенная стальной щеткой.

Исследованные типы соединений. Перед сваркой опытных изделий были исследованы типичные для них соединения:

а) встык с отбортовкой листов толщиной 1—2,5 мм;

б) встык с отбортовкой листов толщиной 2 мм с литым фланцем диаметром 110 и 170 мм, толщиной стенки 6 мм;

в) внахлестку литой трубы диаметром 90 мм, толщиной 4 мм и листа толщиной 2,5 мм, согнутого в трубу.

Сварку образцов встык и с отбортовкой вели на режимах, приведенных в табл. 4.

Таблица 4
Ток, рекомендуемый при сварке листов

Толщина листа в мм	Ток в а	Исследованный диапазон тока в а
0,8—1	30—50	30—50
1,2—1,3	50	40—60
2,3—2,5	70	70—100

Листовые панели с литыми фланцами и трубами сваривали соответственно при токе 120 и 130 а. При-

садкой также служила «лапша» из листового сплава Д20. При этом сварной шов на всех соединениях формировался хорошо. Рентгенопросвечиванием соединений не было обнаружено пор, трещин и других дефектов. Таким образом, выполнение стыковых нахлесточных соединений с отбортовкой и сварки тонкого листового материала со сравнительно массивными литыми деталями вполне возможно, причем качество соединений получается удовлетворительным.

В связи с этим надо отметить, что экономически и технологически выгодная замена арматуры, выточенной из пруткового материала, арматурой, полученной из сплава Д20 путем отливки, стала возможной благодаря хорошим литейным свойствам этого сплава. При литье он хорошо заполняет форму, отливки получаются четко оформленными, с гладкой поверхностью серебристого цвета. Макроструктура литья отличается хорошей плотностью и мелкозернистостью ниже балла I (по шкале ВИАМ).

Механические свойства литых образцов до и после термической обработки представлены в табл. 5.

Таблица 5
Механические свойства литых образцов
из сплава Д20

Состояние	σ_b кг/мм ²	δ %
Без термообработки	16	4
Закаленное (Т4)	28	7
Закаленное и состаренное (Т6)	32	3

Результаты испытаний показали, что сплав Д20 в литом состоянии после закалки при температуре $535 \pm 5^\circ \text{C}$ и искусственного старения при $165 \pm 5^\circ \text{C}$ превосходит по прочности стандартные литейные сплавы АЛ7 и АЛ9, не уступает по прочности сплаву АЛ8. По литейным свойствам и качеству получаемых отливок он значительно превосходит сплавы АЛ7 и АЛ8.

Влияние предварительной и последующей термической обработки на механические свойства сварных соединений. Сварные соединения листов толщиной 1—2,5 мм в закаленном, а также в закаленном и искусственно состаренном состоянии испытывали на растяжение без термообработки и после старения при 165°C в течение 10 час. Установлено, что исходное состояние материала не влияет на окончательные свойства соединения. Искусственное старение после сварки повышает его предел прочности на 2—4 кг/мм². Испытания сварных соединений листов и литых пластин толщиной соответственно 1,5 и 5 мм, термообработанных на различных режимах, показали, что искусственное старение повышает прочность соединения на ~ 4 кг/мм², а закалка и старе-

ние — на ~ 11 кг/мм² (табл. 6). Для сохранения более высокой пластичности литые пластины целесообразно сваривать в закаленном состоянии.

Таблица 6
Зависимость прочности сварных соединений
от режимов термообработки

Режим термообработки	σ_b кг/мм ²
Без термообработки	28,5
Старение при 165°C в течение 10 час.	32,6
Закалка при 535°C и старение при 165°C в течение 10 час.	39,8

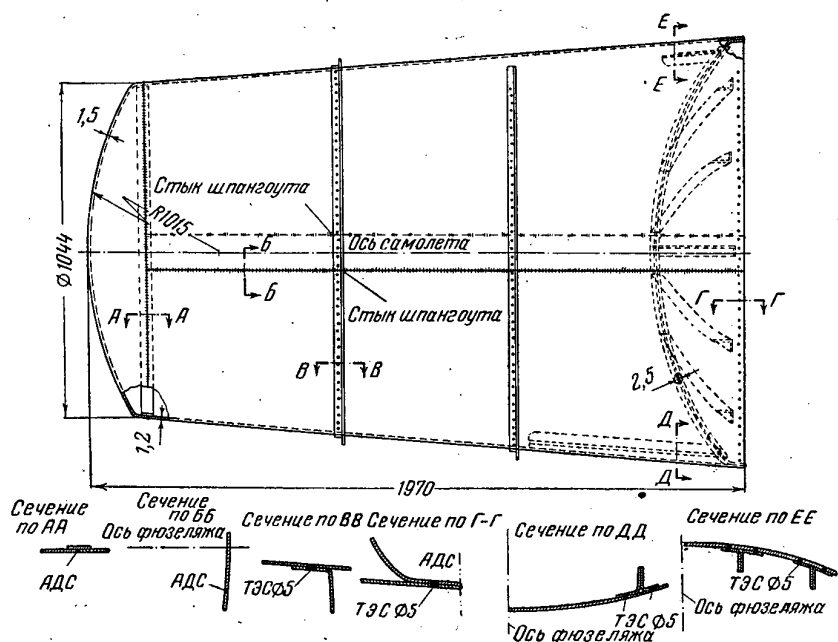
Сварка опытных изделий. Были сварены 13 бачков (см. фигуру в начале статьи) диаметром и длиной по 250 мм с двумя днищами: выпуклым, сваренным встык с обечайкой, и вогнутым, сваренным с отбортовкой. В бачки вваривались два литых штуцера для испытания на герметичность. Толщина бачков и днищ составляла 2 мм. Днища были выполнены в виде полусфер и изготовлены выколоткой на болванке.

Перед сваркой поверхность бачков обезжиривали, травили и зачищали металлической щеткой. Материал использовали в состоянии поставки, а также в закаленном состоянии. Семь бачков после сварки подвергли искусственному старению при 165°C в течение 10 час.

Кольцевой шов с прокладкой между половинками обечайки и вогнутые днища сваривали при токе 70—80 а, продольные швы на обечайке, штуцеры и выпуклые днища — при 60 а. Кольцевые швы у выпуклого днища прихватывались крест-накрест по диаметру.

Бачки испытывали на герметичность при давлении 0,25 кг/см². Течь, обнаруженная при опрессовке, была устранена после первой же подварки. Затем бачки прошли испытания на коррозиоустойчивость. Была также сварена опытная герметическая кабина (фиг. 4) из листов толщиной 1,5 мм. Общая длина швов, выполненных аргоно-дуговой сваркой, составляла ~ 11 м.

Поверхность кабины перед сваркой не травили, а только обезжиривали, кромки зачищали вручную стальной щеткой. Режимы были такими же, как и при сварке бачков. Искусственное старение швов совмещали с герметизацией. Кабину проверяли на герметичность при давлении 0,25; 0,4 и 0,6 кг/см². Течи по швам, выполненным аргоно-дуговой сваркой, обнаружено не было. Кроме того, кабины испытывали также под давлением 0,9 кг/см², в два раза превышающим расчетное. В этом случае наблюдалась деформация вогнутого днища. Нарушений сварных швов не происходило.



Фиг. 4. Герметическая сварная кабина и типичные соединения, использованные при сварке изделия.

Выводы

1. Литые детали из сплава Д20 превосходят по прочности детали из стандартных литейных сплавов АЛ7 и АЛ9. По литейным свойствам и качеству отливок сплав Д20 лучше сплавов АЛ7 и АЛ8.

2. Сплав Д20 не подвержен естественному старению; поэтому холодную деформацию и искусственное старение можно вести в любое время после закалки.

3. Подтверждена хорошая свариваемость сплава Д20 при аргоно-дуговой сварке. Из него можно сваривать соединения встык и с отбортовкой, а также угловые соединения и соединения внахлестку.

4. Для подготовки поверхности изделия из нового сплава под аргоно-дуговую сварку можно применить упрощенный способ: обезжиривание и зачистку кромок стальной щеткой.

5. Исходное состояние сплава Д20 практически не влияет на свойства сварных соединений, выполненных аргоно-дуговой сваркой.

Установка для испытания мощных ТРД и их узлов

М. Е. ЛЕВИТ

Создание вакуума в полости вращения ротора

В современном авиационном двигателестроении одной из важнейших проблем является уменьшение вибраций турбореактивных двигателей. Вибрации, передаваемые от двигателя самолету, могут вызвать резонанс в его узлах, нарушить нормальную работу оборудования и приборов, а также вызвать опасные физиологические расстройства в организме человека. Чтобы устранить это вредное явление, необходимо уменьшить силы, вызываемые работой двигателя и воздействующие на раму самолета.

При проектировании двигателя элементы конструкции рассчитывают так, чтобы по возможности избежать появления опасных резонансных состояний системы. В дальнейшем, при изготовлении и испытании, также определяют и устраняют причины, вызывающие вибрацию.

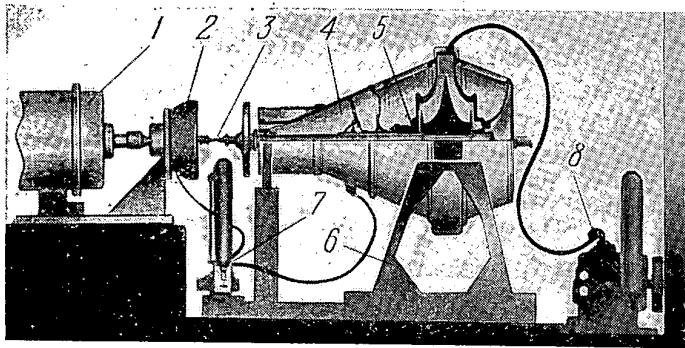
Основной причиной колебаний двигателя с большими амплитудами является дисбаланс ротора, возникающий вследствие вытяжки его элементов или в результате недостаточно качественного уравнивания (малое число оборотов балансирующей ма-

шины). Для устранения этого дефекта пользуются различными методами. Наиболее распространены следующие:

а) исследование критического числа оборотов на полноразмерном двигателе с невращающимся ротором, т. е. возбуждение отдельных частот системы достигается вибраторами, расположенными в разных плоскостях, и определение при этом резонансного режима системы. Такой метод прост и экономичен, но требует наличия доступной и надежной методики расчета упруго-инерционных свойств системы;

б) исследование и устранение вибраций на полноразмерном двигателе с вращающимся ротором, т. е. при обычных условиях его работы. Здесь определяется влияние дисбаланса в сочетании с упруго-инерционными свойствами системы на величину виброперегрузки и на амплитуду колебаний на резонансном режиме, являющихся важными показателями работы двигателя.

Этот метод довольно сложен, так как подход к роторам двигателя для изменения дисбаланса или жест-



Фиг. 1. Принципиальная схема вакуумной установки.

1—электродвигатель; 2—мультипликатор; 3—соединительная муфта; 4—испытуемый объект; 5—уплотнение; 6—станцина; 7—маслоагрегат; 8—вакуумный насос.

кости узлов связан с его полной разборкой, при которой меняются исходные условия. Кроме того, такие испытания весьма затруднительны в производственном и экономическом отношении.

Из сказанного следует, что опыты по исследованию влияния технологических факторов на вибрацию двигателя лучше всего проводить на полноразмерном двигателе с вращающимся ротором, не разбирая его.

В начале 1954 г. в одной из лабораторий МАИ был разработан и апробирован новый метод, основанный на динамических испытаниях полноразмерных двигателей с созданием вакуума в полости вращения ротора. Создана вакуумная установка, позволяющая выполнять технологические операции (раскрутку ротора с целью вытяжки его элементов, уравнивание и др.) и исследовать натурные объекты и их узлы при рабочем числе оборотов и необходимой температуре. Затрачиваемая при этом мощность в сотни раз меньше, чем при других существующих методах.

На установке можно проводить испытания в области:

- а) технологических факторов, влияющих на качество работы двигателя, в частности влияния обработки, балансировки и сборки деталей и узлов на вибрацию двигателя;
- б) вибрации отдельных элементов и двигателя в целом, в частности критических чисел оборотов;
- в) прочности деталей и узлов двигателя;
- г) оценки влияния аэродинамических факторов и др.

Конструктивные особенности установки обеспечивают доступ к роторам без их разборки и дают тем самым возможность изменять отдельные параметры (например, величину и положение дисбаланса, усилие затяжки резьбовых соединений ротора). Замена испытуемого объекта не требует переоборудования установки, так как все агрегаты автономны.

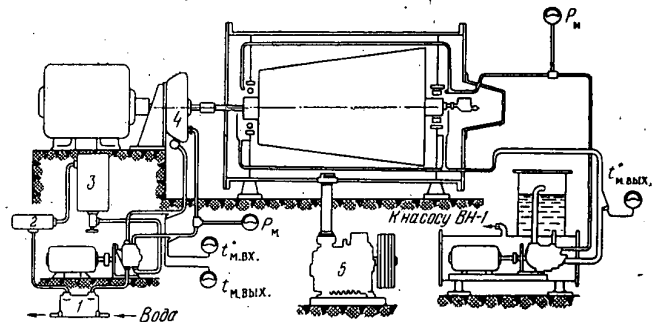
На фиг. 1 показана принципиальная схема вакуумной установки.

Уплотнение полости вращения ротора достигается в неподвижных частях уплотнительными дисками, а у вращающегося вала с корпусом — лабиринтным уплотнением или пакетом манжет. Для скоростей 20—50 м/сек и при больших биениях вала манжеты

эффективнее лабиринтного уплотнения. Изготавливают их из сырой резиновой смеси 5168 методом формовой вулканизации в гидропрессе.

Механические свойства материала манжеты: сопротивление разрыву около 35 кг/см^2 , относительное удлинение при разрыве примерно 200%, остаточное удлинение около 35%, твердость по Шору — $50 \div 65$.

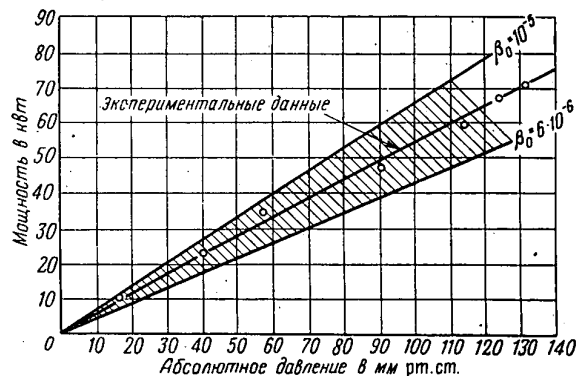
Система маслоснабжения представляет собой две циркуляционные автономные части (фиг. 2). Первая предназначена для смазки трущихся поверхностей элементов, расположенных в зоне обычного атмосферного давления, вторая — для смазки подшипников ротора, находящихся в зоне вакуума. Для питания подшипников применялись смазка № 6, представляющая собой этилполисилоксановую прозрачную жидкость, имеющую кинематическую вязкость 250 сст при 20°C , либо масло.



Фиг. 2. Принципиальная схема системы маслоснабжения.

1—радиатор; 2—фильтр; 3—маслобак; 4—мультипликатор; 5—насос ВН-1.

Вакуумная система состоит из насоса ВН-1, электродвигателя мощностью 2,8 кВт, вакуумметра и трубопроводов. Производительность вакуумного насоса $0,02 \text{ кг/сек}$.

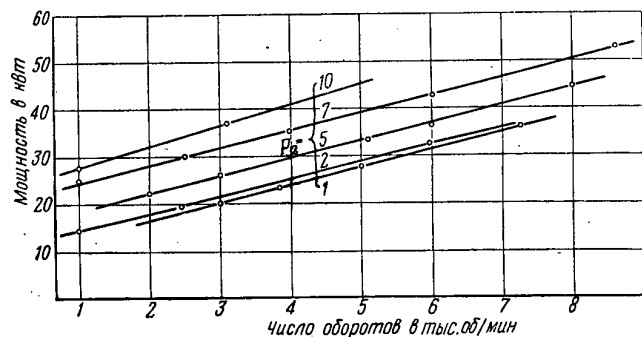


Фиг. 3. Зависимость необходимой мощности на привод установки от абсолютного давления в корпусе компрессора (при $n=10\,000$ об/мин).

Расчет мощности, потребной для работы установки, может быть сделан приближенно, так как коэффициенты дисковых потерь при разрежении порядка 1—5 мм рт. ст. получают опытным путем. На фиг. 3

дана зависимость мощности от разрежения в корпусе для двигателя с центробежным компрессором, а на фиг. 4 — для ротора компрессора двигателя АЛ.

Измерительная аппаратура делится на две группы: для контроля работы установки и специальную, пред-



Фиг. 4. Зависимость необходимой мощности на привод установки от разрежения (P_2 мм рт. ст.) в корпусе компрессора двигателя АЛ и от числа его оборотов в минуту.

назначенную для проведения исследований. К первой группе относится универсальная аппаратура — ферродинамический дистанционный тахометр ФТ-49, манометры, термометры, вольтметры, амперметры и др.; ко второй — емкостные датчики для определения изменяющегося зазора между корпусом и дисками ротора при испытании двигателя, вибродатчики сей-

смического типа, стрелочный индикатор вибраций и осциллограф для записи и визуального наблюдения вибраций двигателя и его узлов.

В качестве возбудителя колебаний системы в некоторых опытах был впервые применен гиromотор с заданной возмущающей силой. Такой тип возбудителя при исследовании вибраций имеет следующие преимущества:

1. При относительно малых габаритах (диаметр 40—60 мм, ширина 15 мм, вес 800 г) он развивает скорость до 30 000 об/мин, и его можно устанавливать в труднодоступных местах.

2. Имея незначительную собственную массу по сравнению с массой исследуемых объектов, он не искажает характера колебаний.

3. Частота вибраций может быть, кроме осциллографирования, определена стробоскопическим методом, что упрощает и значительно ускоряет исследования.

4. Питание осуществляется от электросети без специальных установок, необходимых при использовании других типов вибраторов.

Вакуумная установка, кроме исследований в области вибраций турбореактивных двигателей и их узлов, может быть использована как типовая для решения ряда технологических задач (раскрутки роторов и дисков с целью их вытяжки, дополнительной балансировки роторов на рабочих оборотах и др.) в цехах серийного завода, а также для работ по различной тематике институтов.

Усовершенствование процесса производства листов из алюминия и его сплавов

Канд. техн. наук А. И. КОЛПАШНИКОВ, ДЗЯ МИН-ГУАН и В. Д. КОРОЛЕВ

Технологические возможности повышения механических свойств обшивочных листов

Современные прокатные цехи по производству листов из легких сплавов характеризуются большими масштабами производства, поточным расположением оборудования, высоким уровнем механизации и автоматизации и малой долей ручного труда. В результате совершенствования технологических процессов и оборудования с каждым годом повышается качество продукции, снижается ее себестоимость.

Однако вопросам технологии производства листов уделяется еще недостаточно внимания. В технической литературе отсутствует обобщение опыта работы заводов, что не дает возможности разработать оптимальный технологический процесс с наилучшими технико-экономическими показателями.

В настоящее время на заводах принята следующая схема технологического процесса производства листов из алюминиевых сплавов: 1) подготовительные операции (гомогенизация, прогладка, правка и фрезерование); 2) плакирование (для сплавов Д1, Д16, В95 и др.); 3) нагрев; 4) горячая прокатка со свертыванием полосы в рулон и обрезкой боковых кромок; 5) холодная прокатка горячекатаной заготовки на необходимый размер с применением предварительного и промежуточных отжигов; 6) термическая обработка в зависимости от состояния поставки листов; 7) отделочные операции.

В статье описаны результаты научно-исследовательской работы по усовершенствованию процесса производства листов из алюминия и его сплавов.

Работа выполнена на одном из заводов Китайской Народной Республики в январе—феврале 1957 г.

Рассматривались следующие основные вопросы:

а) гомогенизация алюминиевых сплавов в электропечах с воздушной циркуляцией;

б) горячая прокатка слитков без обрезки боковых кромок;

в) холодная прокатка сплавов без промежуточных отжигов;

г) плакирование сплавов типа дуралюмин сплавов системы алюминий—магний.

Гомогенизация слитков дуралюмина в электропечах с воздушной циркуляцией. Исследования проводились на композициях промышленных сплавов (Д1, Д16), полученных методом полунепрерывного литья по действующим заводским режимам (размеры образцов: $200 \times 1400 \times 5250 \div 6010$ мм).

Были испытаны следующие режимы гомогенизации: температура $400\text{--}530^\circ\text{C}$; время нагрева 4—7 час. и выдержка 2—36 час. Режим при 400°C , времени нагрева 4 часа и выдержке 2 часа применяли для снятия внутренних напряжений в слитке.

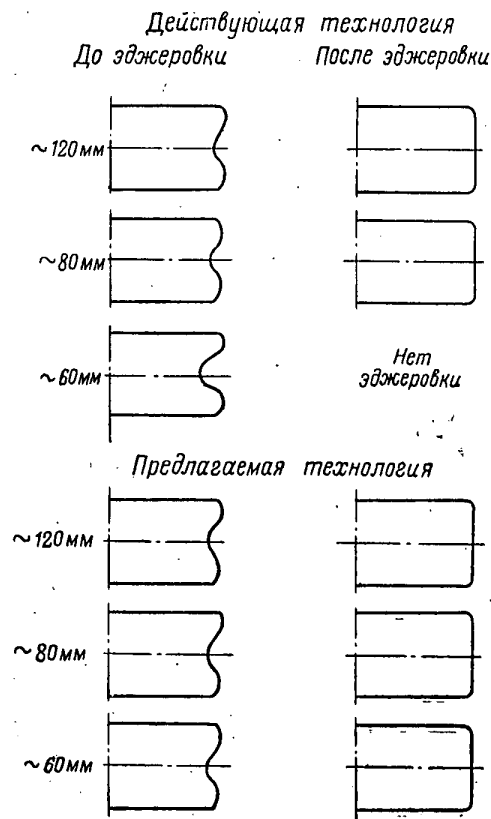
Наилучшую пластичность металла во время обработки с сохранением необходимых механических свойств готовой продукции обеспечивала гомогенизация при $490\text{--}500^\circ\text{C}$, выдержке 12—6 час. соответственно, времени нагрева до данной температуры 6—7 час. Эти оптимальные режимы гомогенизации, улучшая структуру и свойства металла, позволяют применять повышенные давления и скорости при горячем и холодном деформировании металла.

Горячая прокатка слитков алюминия и алюминиевых сплавов без обрезки боковых кромок. При разработке режимов для алюминия и его неплакируемых сплавов (АМц, АВ, сплавов системы алюминий—магний) особое внимание было уделено изучению неравномерности распределения деформаций и напряжений в слитке, конфигурации боковых граней и роли эджеровки (прокатки в вертикальных валках). Установлено, что при соответствующих режимах усиленной эджеровки (фиг. 1) можно устранить или получить минимальными растягивающие напряжения на боковых гранях, появляющиеся вследствие неоднородного истечения металла. Оптимальный режим эджеровки зависит от мощности привода, прочности вертикальных валков и технологических свойств обрабатываемых сплавов. По сравнению с технологией, действующей на заводах, в предлагаемый режим введена дополнительная эджеровка при абсолютном обжатии за каждый проход до 10 мм.

При решении вопроса горячей прокатки плакируемых алюминиевых сплавов (Д1, Д16, В95, высоколегированные сплавы системы алюминий—магний и др.) без обрезки боковых кромок исследовалось влияние эджеровки и плакирования на качество последних.

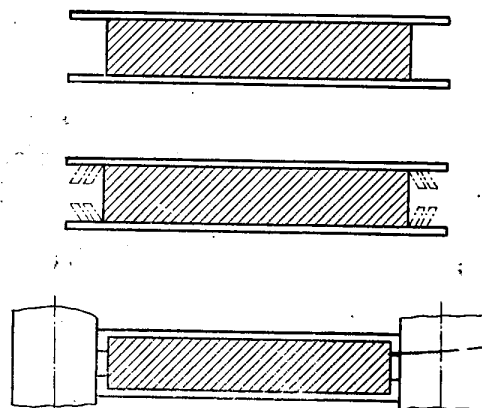
В результате предварительного исследования установлены режим самопроизвольного плакирования боковых граней (фиг. 2) при оптимальном напуске планшет $30\text{--}50$ мм и режим эджеровки, обеспечивающий необходимую конфигурацию кромок и хо-

рошую приварку планшет. Характер распространения плакирующего слоя на боковой грани изображен на фиг. 3. Проведенные макро- и микроисследо-



Фиг. 1. Схема изменения конфигурации боковых граней слэбов при горячей прокатке (начальная толщина 200 мм).

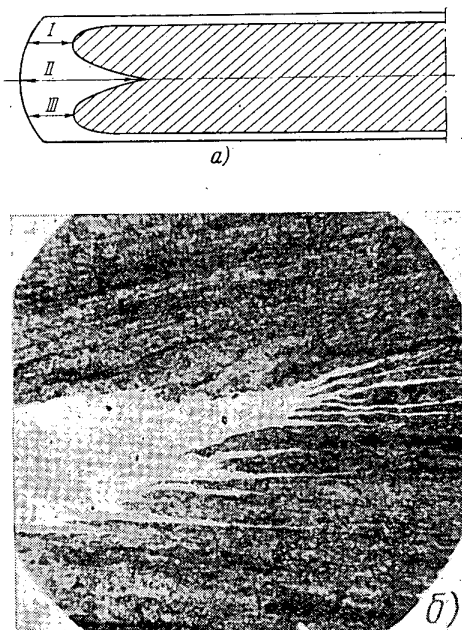
вания показали хорошую сварку плакирующего слоя алюминия на боковой грани с основным металлом при горячей прокатке.



Фиг. 2. Схема плакирования боковых граней слэбов.

Полученные данные полностью подтвердились при производственном испытании и послужили основанием для внедрения в серийное производство го-

рячей прокатки слитков алюминия и всех алюминиевых сплавов без обрезки боковых кромок. Качество этих кромок значительно улучшается за счет применения одновременно усиленной эджеровки и плакирования.



Фиг. 3. Характер распространения плакирующего слоя алюминия на боковой грани. а—схема распространения; б—микроструктура плакирующего слоя алюминия по сечению II.

Холодная прокатка алюминиевых сплавов без промежуточных отжигов. По литературным данным и по опыту работы заводов считают, что при холодной прокатке промежуточный отжиг является необходимой операцией после обжатия на 45—85%. Для сплава Д16, например, максимально возможная степень деформации между отжигами составляет 60—70%. Следовательно, при прокатке на малые размеры, например с 6 на 0,6 мм, требуется тричетыре промежуточных отжига.

Лабораторные исследования механических свойств, микроструктуры и качества боковой кромки, а также производственные испытания на промышленных станах рулонной прокатки с натяжением показали реальную возможность холодной прокатки всех алюминиевых сплавов без промежуточных отжигов на выход, например, с 6—8 мм на 1,2; 0,8 и 0,6 мм, со степенью деформации без отжигов до 90% и более.

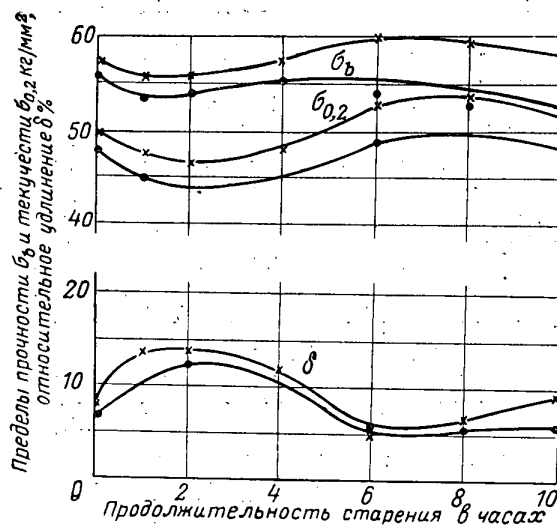
Изготовленные по новой технологии листы имеют лучшие механические свойства, меньше дефектов и т. д.

Плакирование листов дуралюмина сплавами системы алюминий—магний. Вопрос повышения механических свойств и качества листов сплавов типа дуралюмин является очень важным и актуальным для промышленности. Для решения его проведена

исследовательская работа по замене плакирующего слоя алюминия на сплав Д16 сплавом системы алюминий—магний АМг. Основанием для этого послужили высокая технологичность сплава АМг и результаты исследований С. Е. Павлова* по коррозии дуралюмина.

Технологический процесс производства листов из сплава Д16, плакированных сплавом АМг, ничем не отличается от принятого на заводах. Механические свойства их выше, чем листов, плакированных алюминием (предел прочности повышается до 2 кг/мм² при сохранении значений относительного удлинения). Диффузия меди в плакирующий слой, эффективность электрохимической защиты и коррозионные испытания по методу частичного удаления плакирующего слоя дали значительно лучшие результаты на листах сплава Д16, плакированных сплавом АМг, по сравнению с листами, плакированными алюминием.

Большой интерес представляют исследования свойств сплава Д16, плакированного сплавом АМг и подвергнутого искусственному старению в сочетании с холодной деформацией (нагартовкой). Например, при искусственном старении (по режиму: температура 160°С, выдержка 8 час.) и холодной нагартовке 23% (фиг. 4) получены следующие механические свойства: предел прочности 59,3 кг/мм², предел текучести 53,7 кг/мм², относительное удлинение 6,5%.



Фиг. 4. Изменение механических свойств сплава Д16 от продолжительности старения при 160°С (степень нагартовки 23%).

—●— плакированный алюминием;
—×— плакированный сплавом АМг.

Такие свойства сплава АМг, как большая вибрационная прочность, способность к сварке и полированию, высокая коррозионная стойкость, меньший удельный вес, а также результаты проведенного

* Коррозия дуралюмина. Оборонгиз, 1949.

исследования дают основание окончательно решить вопрос о замене плакирующего слоя алюминия на сплавах Д1 и Д16 сплавом системы алюминий—магний с добавками Mn, Cr, Ti и Be.

Выводы

1. Установлен следующий оптимальный режим гомогенизации слитков алюминиевых сплавов (Д1, Д16) в отечественных электропечах с принудительной циркуляцией воздуха: температура гомогенизации 490—500° С, выдержка 12—6 час. соответственно, время нагрева 6—7 час. Такой режим обеспечивает наилучшие свойства металла и технологичность обработки при сохранении необходимых механических свойств готовой продукции.

2. Разработаны технологические режимы горячей прокатки слитков без обрезки боковых кромок:

а) алюминия и неплакируемых алюминиевых сплавов за счет усиленной эджеровки;

б) плакируемых алюминиевых сплавов за счет усиленной эджеровки и плакирования боковых граней.

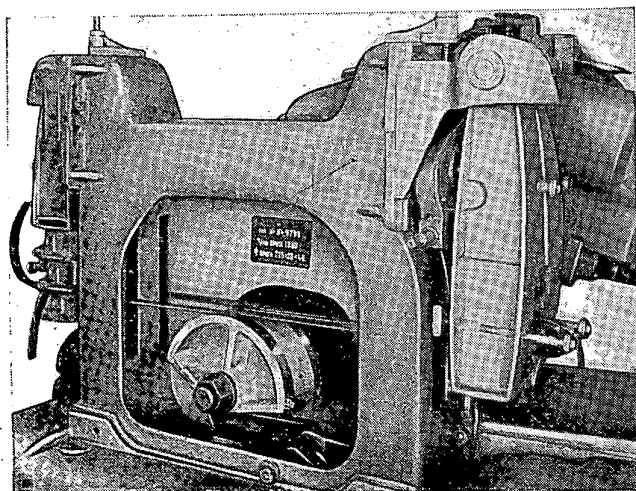
3. Применение оптимальных режимов гомогенизации, эджеровки, плакирования боковых граней, предварительного глубокого отжига дало возможность довести степень деформации при холодной прокатке для всех алюминиевых сплавов до 90% и более, т. е. проводить холодную прокатку без промежуточных отжигов на выход (например, с 6 на 0,6 мм).

4. Установлена возможность плакирования листов из сплавов типа дуралюмин сплавами системы алюминий—магний, что повышает механические свойства листов и качество их поверхности.

Фланкирование зубьев колес

В. П. ЕРШОВ

Шлифование при помощи копирной линейки на станке Maag



Приспособление для шлифования фланков, установленное на станке Maag.

Для точных зубчатых передач фланк зуба, так же как и его профиль, образуют шлифованием.

На зубошлифовальных станках Maag, имеющих в большом количестве на заводах авиационной промышленности, профиль и фланк зуба можно шлифовать раздельно, т. е. за две установки детали, или одновременно, при помощи обкатного барабана.

Второй метод производительнее первого, но имеет существенные недостатки. Основным из них является то, что при помощи фасонного обкатного барабана

могут быть прошлифованы с достаточной точностью только сравнительно небольшие зубчатые колеса (диаметром 150—180 мм). Это вызвано особенностями его конструкции. При шлифовании деталей больше указанных размеров поверхность барабана значительно отклоняется от цилиндрической формы, что ухудшает плавность обкатки, приводит к частому обрыву лент обката и, в конечном итоге, к большому браку.

Более рациональным и технически совершенным способом является шлифование фланкированных зубчатых колес при помощи копирной линейки. Этот способ позволяет обрабатывать детали любого диаметра и обеспечивает более высокую точность. Кроме того, указанным способом можно изготовлять зуб любого профиля, например бочкообразного, чего нельзя сделать при помощи фасонного барабана.

Приводимую ниже методику расчета копира и наладки станка для фланкированного зуба в принципе можно использовать и для изготовления профиля зуба любой другой модификации.

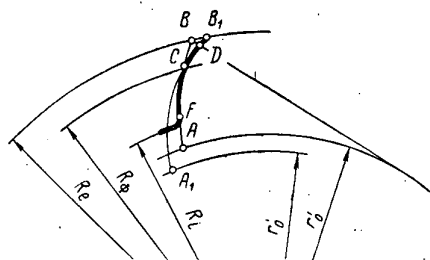
Несколько слов о кинематической схеме взаимодействия зубчатого колеса и инструментальной рейки.

Профилирование зубчатого колеса подчиняется условию, по которому в каждый рассматриваемый момент времени скорость V_n поступательного перемещения рейки (или детали) должна равняться окружной скорости вращения заготовки V_o , определяемой по ее начальной окружности. Обозначив радиус последней через r_n , а угловую скорость вра-

щения заготовки — через ω , это условие можно записать в следующем виде:

$$V_n = r_n \omega. \quad (1)$$

Изменение значений V_n и ω или одного из них приведет к изменению положения рейки и величины радиуса r_n начальной окружности зубчатого колеса. Но поскольку угол исходного контура инструмен-



Фиг. 1. Схема образования эвольвентного фланка.

AB — эвольвента основного участка профиля зуба; A_1B_1 — эвольвента фланка; CF — основной участок профиля зуба колеса; B_1C — фланкированный участок профиля; R_e — радиус окружности выступов; R_f — радиус окружности впадин; r_o — радиус основной окружности; r_o' — радиус основной окружности эвольвенты фланка; R_f — радиус окружности, ограничивающей высоту фланка.

тальной рейки α_d остается постоянным, то с изменением r_n будет соответственно увеличиваться или уменьшаться и радиус основной окружности r_o для данного участка или для данной точки профиля зуба колеса. В каждый рассматриваемый момент времени r_o и r_n связаны следующей простой зависимостью: $r_o = r_n \cos \alpha_d$.

При изменении по определенному закону параметров ω или V_n вполне закономерно будет изменяться профиль зуба. В случае использования станка Мааг для шлифования фланка зуба можно воспользоваться только параметром ω . Изменение второго параметра невозможно в силу специфических особенностей конструкции механизма обката.

Рассмотрим профиль фланкированного зуба, показанный на фиг. 1. Заметим, что фланкированный участок обычно является также эвольвентным, что в технологическом отношении имеет существенные преимущества. Эвольвентный фланк обеспечивает вполне удовлетворительное сопряжение профилей в процессе взаимодействия зубьев, благодаря чему он получил большое распространение.

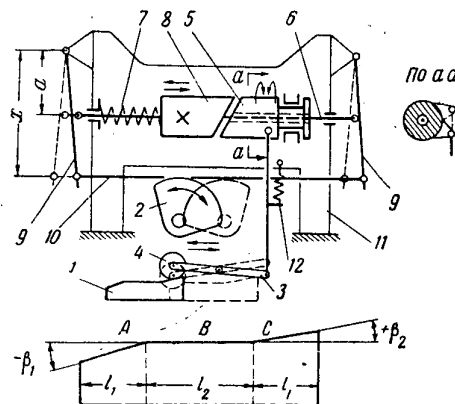
При образовании указанного профиля инструментальной рейкой с постоянным углом исходного контура α_d основной участок профиля CF получается в результате качения начальной окружности по некоторой прямой рейки. Радиус этой окружности $r_n = r_o \sec \alpha_d$.

Начиная с точки C, зуб профилируется по эвольвенте фланка A_1B_1 , радиус начальной окружности которой $r_n' = r_o' \sec \alpha_d$.

Как указывалось выше, при шлифовании фланкированных зубчатых колес на станках Мааг радиус начальной окружности r_n зависит от угловой

скорости вращения ω заготовки (см. формулу 1). Изменить последнюю можно посредством смещения в продольном направлении лент обката, в результате чего шлифуемое зубчатое колесо дополнительно повернется вокруг своей оси. Скорость смещения лент обката будет определять характер модификации профиля зуба. Сместить их можно специальным профилированным копиром. Принципиальная схема приспособления к станку Мааг для шлифования фланков на зубьях колес показана на фиг. 2.

Копир 1 жестко закреплен на каретке станка и вместе с барабаном обката 2 совершает возвратно-поступательное движение. На переднем конце станины станка вместо обычной рамы установлено приспособление 11. Рычаг 3 несет на себе ролик 4, который под действием пружины 12 прижимается к копиру 1. При движении копира рычаг 3 поворачивается и через промежуточную тягу заставляет вращаться барабан 5, свободно сидящий на скалке 6. Левый торец этого барабана представляет винтовой скос, в который под действием сильной пружины 7 упирается таким же торцом барабан 8, заstopоренный неподвижно на скалке 6. Последняя упирается своими концами, несущими на себе ролики, в тяги 9, к которым крепятся ленты обката 10. Скалка 6 может перемещаться только в осевом направлении.



Фиг. 2. Схема приспособления для шлифования фланков с применением копира.

1 — копир; 2 — барабан обкатки; 3 — рычаг; 4 — ролик; 5, 8 — барабаны; 6 — скалка; 7, 12 — пружины; 9 — тяга; 10 — лента обката; 11 — приспособление, устанавливаемое вместо рамы.

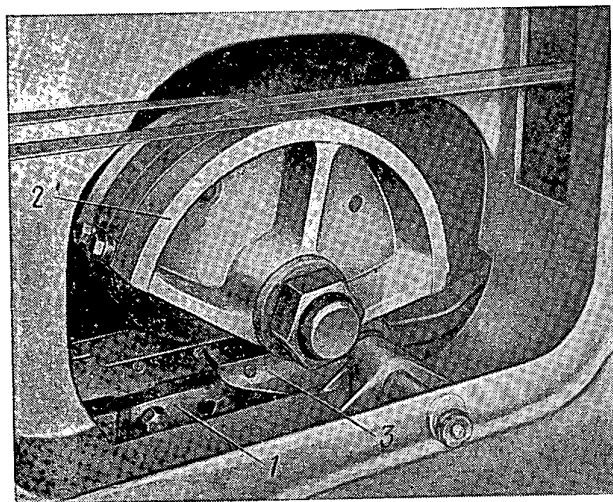
Так как барабан 5 не имеет продольного перемещения, то при его повороте барабан 8 вместе со скалкой 6 получает осевое вращение. Вправо барабан 8 движется под действием пружины, а влево — под действием барабана 5.

При перемещении барабана 8 и скалки 6 тяга 9 поворачивается, смещая в том же направлении ленту обката 10. Это вызывает дополнительный поворот барабана обкатки 2, кроме основного, определяемого движением каретки.

Описанное выше приспособление позволяет шлифовать и нефланкированные зубчатые колеса. В этом случае снимают копи, а тяги 9 стопорят.

Шлифование фланкированных зубьев колес с применением копира показано на фиг. 3 и фигуре в начале статьи. Диаметр барабана обкатки $2r_n$ равен $2r_n - \delta$, где r_n — радиус начальной окружности зубчатого колеса, соответствующий основному участку профиля зуба (участок CF на фиг. 1), и δ — толщина лент.

Копир рассчитывают следующим образом. Рабочий контур его, как показано на фиг. 2, состоит из трех прямолинейных участков, из которых средний — B — является горизонтальным, а два край-



Фиг. 3. Центральная часть механизма обкатки.

1—копир; 2—барабан обкатки; 3—рычаг ролика копира.

них — A и C — наклонены к нему под некоторыми углами. Средний участок копира соответствует обкатке основных (нефланкированных) участков профилей зуба, а крайние — фланкированным (левый участок — правой стороне впадины зуба шлифуемой детали, а правый — левой стороне). Крайние участки копира по отношению к среднему B должны быть расположены: один под углом наклона $+\beta$, а другой — под углом $-\beta$. Знак угла определяется характером смещения лент обката под действием рычага ролика, которое должно быть противоположным движению каретки. Только в этом случае произойдет дополнительный поворот барабана обкатки помимо его основного вращательного движения. Отсюда, если при повороте рычага ролика по часовой стрелке смещение лент идет вправо, то угол β правого участка копира должен иметь знак $+$, а левого —, как это и показано на фиг. 2.

Расчет копира сводится к определению его элементов l_1 и l_2 и углов β_1 и β_2 (см. фиг. 2).

Элемент l_2 представляет горизонтальный участок копира, соответствующий участку шлифования основного контура впадины зубьев (без фланкирован-

ных участков), ограниченной окружностью радиусом R_ϕ (см. фиг. 1).

$$l_2 = L_2 + \Delta L_2,$$

где L_2 — величина обката, необходимая для профилирования впадины зубьев, ограниченной окружностью радиусом R_ϕ ;

ΔL_2 — некоторая дополнительная величина, связанная с подъемом ролика и равная

$$\Delta L_2 = \frac{d}{2} \operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2} (d — диаметр ролика копира).$$

Величина L_2 определяется по следующим формулам (приведены без вывода):

при расположении шлифовальных кругов в соседних впадинах зубьев

$$L_2 = \frac{2r_o}{\cos \alpha_\kappa} \left(\operatorname{tg} \alpha_\phi + \frac{2\pi}{z} - \frac{S_o}{2r_o} - \alpha_\kappa \right);$$

при расположении шлифовальных кругов в одной впадине зубьев

$$L_2 = \frac{2r_o}{\cos \alpha_\kappa} \left(\operatorname{tg} \alpha_\phi + \frac{\pi}{z} - \frac{S_o}{2r_o} - \alpha_\kappa \right).$$

Здесь z — число зубьев шлифуемого колеса;

α_ϕ — угол давления в точке профиля, лежащей на R_ϕ (точка C на фиг. 1),

$$\alpha_\phi = \arccos \frac{r_o}{R_\phi};$$

S_o — толщина зуба по дуге основной окружности; $S_o = r_o \left(\frac{S}{r_n} + 2 \operatorname{inv} \alpha \right)$, где S — толщина зуба по

дуге начальной окружности колеса, r_n — радиус начальной окружности зубчатого колеса, α — угол зацепления зубчатой пары; α_κ — угол установки шлифовальных кругов (обычно $\alpha_\kappa = 15^\circ$).

Элемент копира l_1 соответствует участку фланкирования зуба колеса и равен

$$l_1 = L_1 + \Delta L_1 + \Delta,$$

где L_1 — величина обката, соответствующая фланкированному участку профиля зуба колеса;

ΔL_1 — величина, прибавляемая на заход ролика и равная

$$\Delta L_1 = \frac{d}{2} \cos \beta_2 \operatorname{tg} \frac{\beta_2}{2};$$

Δ — величина, прибавляемая на перебеги ролика (обычно $\Delta = 10 \div 15$ мм).

Выражение L_1 определяется из тригонометрической зависимости эвольвенты, откуда:

$$L_1 = \frac{r_o}{\cos \alpha_\kappa} (\operatorname{tg} \alpha_e - \operatorname{tg} \alpha_\phi),$$

где $\alpha_e = \arccos \frac{r_o}{R_e}$.

Углы β_1 и β_2 определяются параметрами фланка (его глубиной BD и высотой — см. фиг. 1) и характеристикой фланкирующего приспособления. Последняя представляет собой величину перемещения лент обката при подъеме ролика копира на 1 мм.

Методика определения углов β_1 и β_2 вытекает из схемы взаимодействия зубчатого колеса и рейки и состоит в определении:

1. Радиуса основной окружности r_o эвольвенты фланка по значениям параметров фланка, которые задаются в чертеже детали:

$$r_o = r_n \cos(\alpha_k + \alpha_\phi),$$

где r_n — радиус начальной окружности зубчатого колеса; $r_n = mz \cos \alpha_n \sec \alpha_k$;

α_n — угол исходного контура режущего инструмента, заданный в чертеже детали;

α_ϕ — угол фланкирования фиктивной инструментальной рейкой, который необходим для фланкирования зубчатого колеса.

$$\alpha_\phi = \arctg \frac{\delta_\phi}{r_o (\operatorname{tg} \alpha_e - \operatorname{tg} \alpha_\phi) \operatorname{tg} \alpha_n}$$

δ_ϕ — глубина фланкирования).

Вывод формулы для вычисления α_ϕ с целью сокращения объема статьи не приводится. Заметим, что вывод этой зависимости в основном связан с определением длины участка контура инструментальной рейки, который соответствует фланкированному участку зуба колеса.

2. Радиуса начальной окружности r_n' зубчатого колеса, который соответствует эвольвенте фланка при угле установки шлифовальных кругов α_k ,

$$r_n' = r_o \sec \alpha_k$$

3. Дополнительного поворота γ детали, необходимого для образования фланка при угле установки шлифовальных кругов α_k и диаметре обкатного барабана, равном $2r_n$,

$$\gamma = \frac{(r_n - r_n') (\operatorname{tg} \alpha_e - \operatorname{tg} \alpha_\phi)}{r_n' \operatorname{tg} \alpha_n}$$

4. Необходимого смещения лент обката ΔL в процессе профилирования фланка, соответствующего углу γ ;

$$\Delta L = r_n \gamma$$

Угол β_2 , определяющий подъем участка C ,

$$\beta_2 = \arctg \frac{h}{L_1} = \arctg \frac{\Delta L}{L_1 \cdot xM} \quad (2)$$

Угол β_1 , определяющий спуск участка A ;

$$\beta_1 = \arcsin \frac{E + \sqrt{E^2 - 4DF}}{2D} \quad (3)$$

$$\text{где } D = L_1^2 + \left(h - \frac{d}{2}\right)^2;$$

$$E = -dL_1;$$

$$F = h(d - h);$$

a и x — расстояния, определяющие положение лент обката и скалки b (см. фиг. 2); $a = \text{const}$, $x \neq \text{const}$. Величина x зависит от диаметра барабана обкатки 2;

M — характеристика фланкирующего приспособления, определяющая собой перемещение скалки b при подъеме ролика копира на 1 мм*.

С целью получения благоприятных углов копира ($\beta_{1,2} = 3^\circ \div 12^\circ$) характеристику M следует брать в пределах 0,03—0,01, а отношение

$$\frac{a}{x + r_n} \quad (\text{см. фиг. 2}) \quad \text{в пределах } 0,2 - 0,3;$$

d — диаметр ролика копира;

h — требуемое вертикальное смещение оси ролика на участке L_1 ;

$$h = \frac{\Delta L a}{xM}.$$

Формулы (2) и (3) выведены в предположении, что при шлифовании фланка ось ролика перемещается вертикально. В действительности она несколько отклоняется от вертикали, но так как углы копира бывают относительно невелики, а плечо ролика копира довольно значительное, этими формулами можно пользоваться. Разница только в том, что вместо значения фактического перемещения копира L_1 нужно подставлять некоторую приведенную величину L_1' , которую находят из следующего выражения:

$$L_1' = L_1 \pm (R - \sqrt{R^2 - h^2}), \quad (4)$$

где R — длина плеча ролика; знак $+$ соответствует поправке для формулы (2), а знак $-$ поправке для формулы (3).

Из формулы (4) видно, что с увеличением R и уменьшением h величина поправки уменьшается, и реальная схема приближается к идеальной.

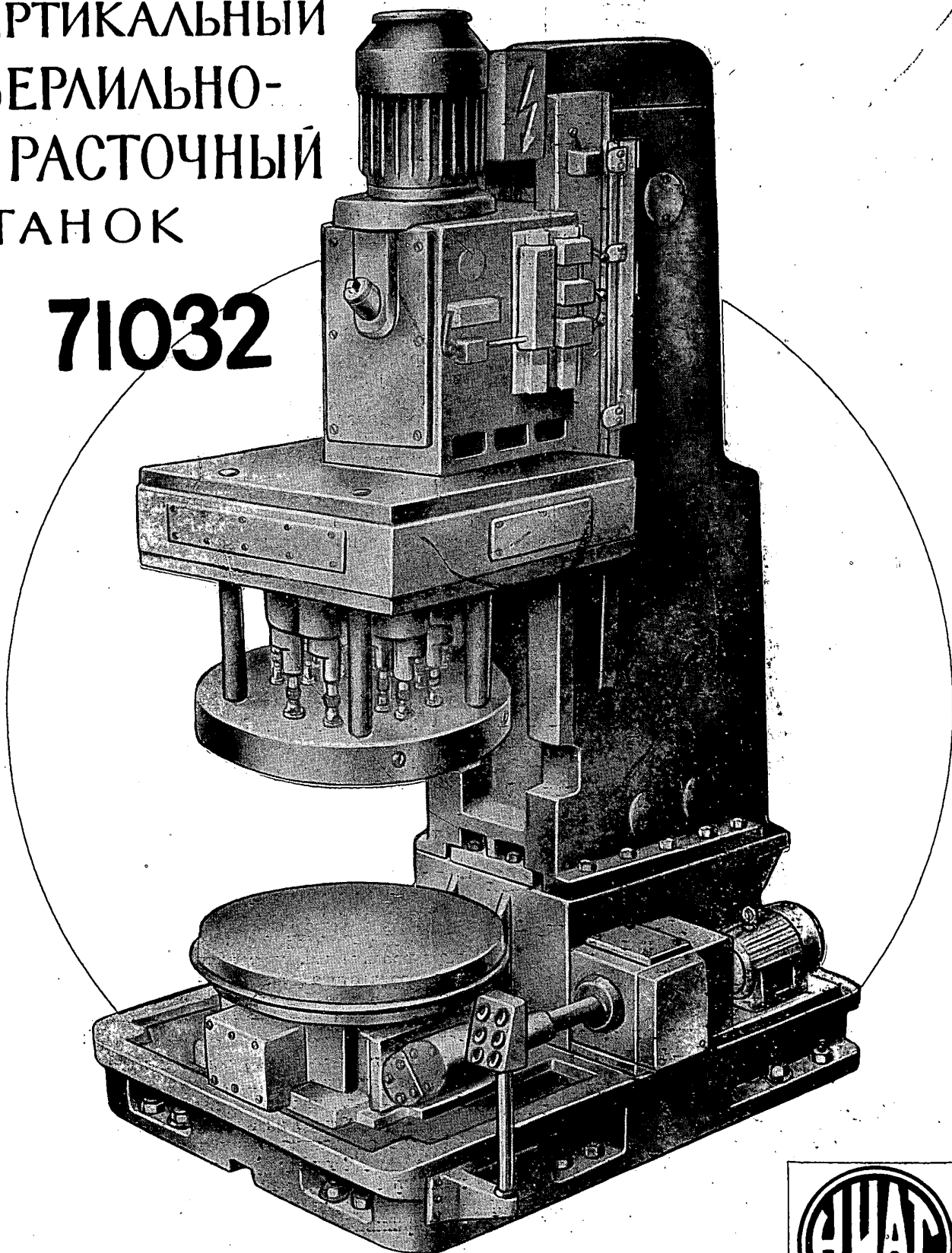
Выше был рассмотрен расчет копира для случая фланкирования обоих профилей зуба колеса. В том случае, когда фланк снимается только с одной стороны зуба, копир будет иметь только один участок фланкирования (соответственно правый или левый).

Рассмотренный в статье метод шлифования фланкированных зубчатых колес на станках Маг с применением копира внедрен на одном из заводов и дал хорошие результаты.

* В связи с тем, что рычаг 3 фланкирующего приспособления в период контактирования ролика на участке B копира занимает горизонтальное положение, а его повороты в процессе шлифования фланка (см. фиг. 2) относительно невелики, характеристику M можно считать постоянной.

АГРЕГАТНЫЙ ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СВЕРЛИЛЬНО- РАСТОЧНЫЙ СТАНОК

71032

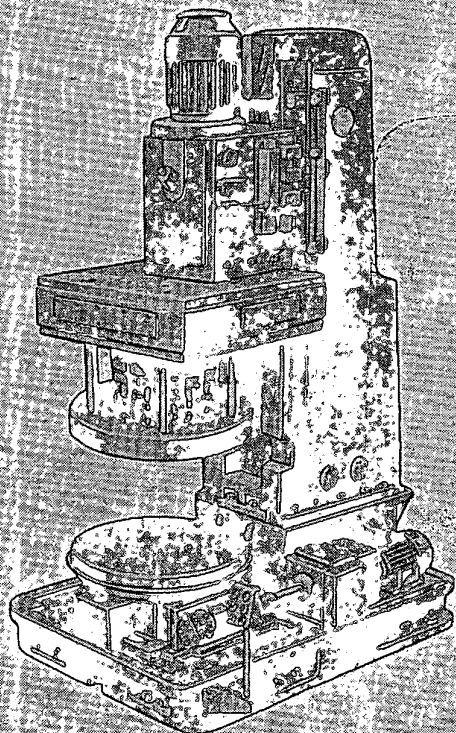


НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА



Агрегатный вертикальный сверлильно-расточной станок 71032

Ведущий конструктор Н. Г. Калинин



Станок предназначен для сверления, растачивания, зенкерования, развертывания и снятия фасок в стальных деталях шасси легких самолетов типа вилки, полувилки, щек и им подобных.

По направляющим вертикальной колонны перемещается самодействующая гидравлическая силовая головка с шестишпиндельной коробкой, на передней крышке которой укрепляются сверлильные насадки. Шпиндели сверлильных насадок могут устанавливаться на различном расстоянии друг от друга, в зависимости от обрабатываемой детали. Направление инструментов обеспечивается кондукторной плитой.

Обрабатываемые детали закрепляются в приспособлениях, устанавливаемых на четырехпозиционном поворотном столе. Станок работает по автоматическому циклу с ручной загрузкой деталей.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Наибольшие размеры обрабатываемых отверстий:

диаметр 60 мм
длина 350 мм

Скорость рабочей подачи силовой головки (с бесступенчатым регулированием) 10—150 мм/мин

Скорость холостого хода силовой головки 2800 мм/мин

Скорости вращения шпинделей (устанавливаются для каждого шпинделя путем подбора сменных зубчатых колес шпиндельной коробки) 50—1000 об/мин

Диаметр стола 1150 мм

Количество сверлильных насадок:
больших 6
малых 6—18

Мощность электродвигателей:
привода шпинделей и насоса гидроподдачи 20 кВт

привода стола 1,7 кВт

Габаритные размеры станка 2450×1720×
×1450 мм

Вес станка 19 т

Станок изготавливается по чертежам НИИТ на станкостроительном заводе Министрства.

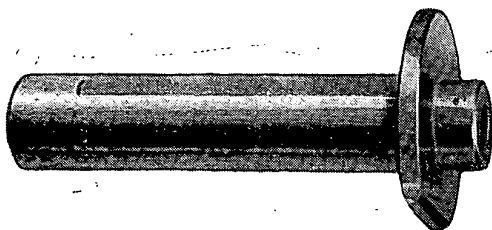


МАТЕРИАЛЫ

Магниевый чугун для деталей авиационных двигателей*

В. А. ЧЕВЕЛА, канд. техн. наук А. А. СИМКИН и В. Г. ФИЛИППОВ

Технология модифицирования и механические свойства магниевого чугуна



Ось двойного зубчатого колеса, выполненная из магниевого чугуна.

Высокопрочный чугун является полноценным заменителем стали, ковкого чугуна и бронзы. Внедрение этого чугуна значительно уменьшает расход ряда дорогостоящих дефицитных сплавов. Его высокие механические свойства обуславливаются шаровидностью выделений графита, который в обычном чугуне находится в виде прожилок. Благодаря этому в металлической массе снижается концентрация объемных напряжений, являющаяся источником хрупкости.

Шаровидный графит получают обработкой жидкого чугуна элементами, обладающими сильной раскисляющей и десульфурующей способностью. Из таких элементов промышленное применение нашел магний, как наиболее доступный и дешевый материал. В чугун магний вводят обычно без примесей или в виде сплавов с различной его концентрацией.

Как известно, магний плавится при 650°C и испаряется при 1100°C . Поэтому в жидком чугуне он полностью переходит в пар, который, прорываясь через толщу металла, вызывает бурление последнего и сильный световой эффект. Бурление жидкого чугуна тем интенсивнее, чем больше в сплавах концен-

трация магния: наиболее велико оно при присадке чистого магния. Вследствие этого чугун обрабатывают чистым магнием в закрытых камерах, изолирующих обслуживающий персонал от брызг кипящего металла.

Такой способ можно применять для больших масс металла (более 1 т). Однако при этом происходит большая потеря тепла ввиду испарения магния и необходимости вторично обрабатывать чугун графитизирующим модификатором. Потерю тепла вызывает также раздача металла после модифицирования в ковши малой емкости для заливки форм под мелкие детали, что приводит к значительной затрате времени. Охлаждение чугуна затрудняет разливку и сопровождается появлением недоливов, сплав и других литейных дефектов.

Широко применяются сплавы с малой концентрацией (до 20%) магния, снижение которой уменьшает световой эффект и интенсивность бурления жидкого металла. Обычно используют сплавы магния с ферросилицием. Так как они содержат значительное количество кремния, потребность в графитизирующем модификаторе отпадает или значительно уменьшается.

В связи с меньшим удельным весом по сравнению с жидким чугуном куски сплава всплывают на поверхность металла. Образующиеся при этом выделения сгорают под воздействием атмосферного кислорода, вызывая сильное свечение.

Потеря значительного количества магния часто приводит к получению чугуна с графитом смешанной формы или в виде прожилок. В целях предупреждения потери магния иногда используют так называемые «колокола» или «стаканы», в которые и помещают куски сплава. Однако для полного устранения перечисленных недостатков целесообразнее применять никель-магниевый сплав, содержащий 20% магния.

* В исследованиях принимали участие В. П. Гречин, В. М. Королев, Н. П. Козлов и Т. С. Новаковская.

Приготовление никель-магниевого сплава

В производстве широко применяют плавку этого сплава в прокаленных графитовых тиглях с подогревом в горнах, отапливаемых газом или нефтью. Такой способ не вызывает никаких затруднений.

Укладка шихтовых материалов в тигель обеспечивает достаточную герметичность, благодаря которой исключается возможность загорания магния в процессе плавки. В состав шихты входят никель, магний или его сплавы (типа электрон), а также магниевые флюсы. Металлическая часть шихты состоит из 20% Mg и 80% Ni. Для плотной укладки в тигле пластины или болванки режут или рубят на куски. На дно тигля укладывают сначала магний, затем никель.

После загрузки металлическую часть шихты покрывают слоем дробленого либо порошкообразного магниевое флюса ВИ1, ВИ2 и ВИ3 или карналлита. Если объем тигля не позволяет поместить всю шихту, то предусматривают, чтобы порция магния помещалась в тигле полностью, а никель — лишь частично. Остальную часть никеля добавляют после осаждения шихты в процессе расплавления. Подготовленный таким образом графитовый тигель с шихтой устанавливают в горне.

Во время плавки шихту осаживают ломиком; при неполной загрузке шихты добавляют никель. Продолжительность плавки зависит от веса и габаритных размеров шихтовых материалов. Шихта весом 30 кг плавится 30—40 мин., если применяют мелкогранулированный никель, но если никель не гранулирован, продолжительность плавки может увеличиться до 1,5—2 час. в результате неплотной укладки крупных кусков металла. При нагреве в первую очередь начинает плавиться магний. В образовавшейся жидкой магниевой массе осаждается никель, растворяющийся пропорционально повышению температуры перегрева. Когда растворится более 50% никеля, образуется химическое соединение $NiMg_2$ с температурой плавления $768^\circ C$. При $1130^\circ C$ растворяется 82% никеля и возникает другое соединение — Ni_2Mg , образующее с никелем эвтектику с температурой плавления $1082^\circ C$. Так как сплав получается слишком густым, его следует перегреть на $100—150^\circ C$ ($1250—1300^\circ C$). При этом надо учитывать, что с повышением температуры перегрева магниевые соединения легко всплывают в верхние слои металла, что приводит к неравномерному распределению магния в металле. Кроме того, при резком повышении температуры эти соединения распадаются, и магний переходит в пар, выделяющийся из расплава.

Для устранения этого явления не следует перегревать металл выше указанной температуры; в случае такого перегрева нужно тут же выключить подачу мазута (газа) и покрыть сплав магниевым флюсом.

Равномерность распределения магния достигается тщательным перемешиванием жидкого металла перед разливкой в чугунные изложницы, которые нагревают до $80—150^\circ C$. Толщина слоя залитого ме-

талла зависит от толщины стенок изложниц и не должна превышать 50—60 мм.

В процессе плавки и разливки никель-магниевое сплава необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- а) не допускать наличия влаги на рабочих местах и около изложниц;
- б) всегда иметь на рабочем месте в запасе магниевые флюсы;
- в) пользоваться изложницами, чистыми от окислов и остатков шлака;
- г) работать в предохранительных, плотно прикрывающих глаза, синих очках и спецодежде, отвечающей нормам техники безопасности.

Модифицирование высокопрочного чугуна с шаровидным графитом

Высокопрочный чугун с шаровидным графитом выплавляют в вагранках, электропечах и дуговых процессом (вагранка — электропечь).

При выпуске жидкий чугун подвергают двойному модифицированию: никель-магниевым сплавом и графитизирующим модификатором. В качестве модификаторов применяют ферросилиций Si75, силикокальций и металлический кремний. Чтобы обеспечить последовательность действия модификаторов, внизу ковша помещают слой ферросилиция, а сверху — слой никель-магниевое сплава.

При выпуске жидкий чугун в первую очередь расплавляет сплав. Образовавшиеся пары магния, проходя через толщу чугуна, взаимодействуют с окислами и сульфидами, способствуют их коагуляции и всплыванию на поверхность. Вследствие этого концентрация неметаллических включений уменьшается, и чугун приобретает склонность к сильному переохлаждению, что вызывает отбел отливок. Графитизирующий модификатор снижает переохлаждение чугуна и способствует получению отливок без отбела.

Во избежание выброса и сильного бурления чугуна никель-магниевый сплав дробят на куски. В табл. 1 приведены приближенные размеры кусков этого сплава, а также графитизирующих модификаторов для ковшей различной емкости.

Таблица 1
Размеры кусков никель-магниевое сплава и графитизирующих модификаторов для ковшей различной емкости

Емкость ковшей в кг	Размеры кусков в мм	
	никель-магниевое сплава	графитизирующих модификаторов
25—50	до 10	1—3
51—100	до 15	1—5
101—200	до 23	1—7
201—500	до 25	1—10
501—1000	до 30	1—15

Температура плавления ферросилиция Si75 составляет 1300—1330, кремния 1414, силикокальция 1200—1250° С, что значительно выше температуры плавления никель-магниевого сплава (1080° С). Модификаторы уменьшают также и температуру жидкого чугуна. Так, например, добавка 1% чистого магния снижает эту температуру примерно на 100° С, причем наибольшая потеря тепла связана с испарением магния. Согласно данным литературы, потеря тепла на нагрев 1 кг магния до испарения составляет 341 ккал, а на испарение — 1315 или, по другим источникам, — 1700 ккал. Поэтому чугун наиболее интенсивно охлаждается в том объеме металла, где расположен никель-магниевый сплав. Для быстрого расплавления при испарении магния куски модификаторов должны быть меньше кусков никель-магниевого сплава (см. табл. 1). Однако и в этом случае модификатор не всегда полностью расплавляется. Часто куски его оплавляются и прилипают ко дну ковша. Количество нерасплавившегося модификатора увеличивается с понижением температуры чугуна при выпуске и с увеличением дозировки никель-магниевого сплава. После заполнения ковша необходимо сгresti скребком со дна нерасплавившийся модификатор и тщательно перемешать его с жидким металлом.

Следует отметить, что при заполнении ковша металлом после выделения паров магния часто наблюдается образование покрова из железистого шлака большой вязкости. Подобное явление обусловлено тем, что, реагируя с окислами, пары магния изменяют их состав. Наряду с этим бурление жидкого чугуна приводит к интенсивной коагуляции образовавшихся неметаллических включений и перемешиванию их с частицами жидкого металла. Образовавшиеся конгломераты под воздействием паров магния поднимаются на поверхность металла. Перемешивание последнего уменьшает толщину такого покрова.

После перемешивания снимают шлак. Непосредственно за этим на металле появляется густая окисная пленка, которая постепенно увеличивается и образует шлаковый покров небольшой толщины. Возникновение пленки вызвано наличием остаточного магния, что зависит от величины дозировки сплава и температуры жидкого металла при выпуске. Чем больше степень дозировки и ниже температура чугуна, тем больше количество остаточного магния. Образование пленки свидетельствует о возможности появления в отливках так называемых чернот. Эффективным средством борьбы с ними является криолит, помещаемый на самом дне ковша в количестве 0,5—0,8% от веса жидкого металла. В раздаточные ковши криолит вводят после модифицирования.

Величина дозировки магниевой лигатуры зависит главным образом от содержания серы, а также от количества и состава окислов в металле, причем трудно сказать, какой из указанных факторов имеет большее значение. Поэтому величину дозировки магния или магниевых сплавов обычно связывают с содержанием серы, которое легко определяется химическим путем.

Продувкой жидкого чугуна, модифицированного магнием, было проверено влияние кислорода на химический состав чугуна и форму графита (табл. 2).

Таблица 2
Влияние кислорода на химический состав
чугуна и форму графита

Чугун	Химический состав в %					Графит
	C	Si	Mn	S	Mg	
До присадки магния	3,30	2,57	0,31	0,091	—	Пластинчатый
Магниевый	3,30	2,35	0,31	0,023	0,03	Шаровидный
Модифицированный после продувки кислородом	3,36	1,54	0,21	0,084	—	Мелкопластинчатый, псевдоэвтектический

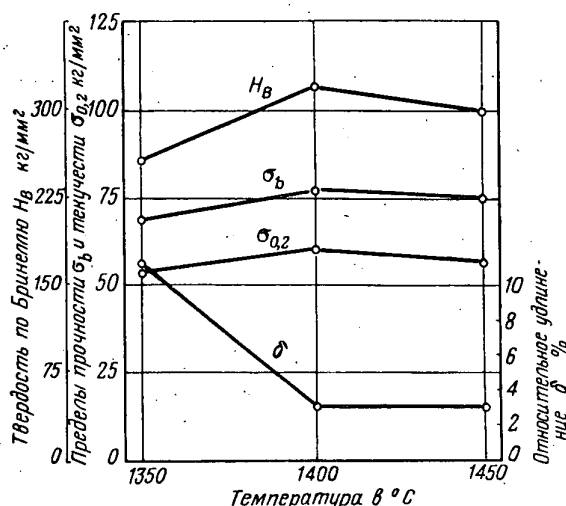
Исследования показали, что кислород разрушает соединения, способствующие образованию шаровидного графита. По-видимому, продувка кислородом увеличивает количество окислов, что обуславливает реакцию остаточного магния с окислами и снижение его содержания в чугуне. В этом же направлении, вероятно, действует и водород. Бывают случаи, когда выделения шаровидного графита не образуются вследствие модифицирования чугуна в недостаточной просушенных ковшах. Поэтому ковши перед выпуском чугуна должны быть хорошо просушены и подаваться нагретыми до красного каления. Установлено, что величина дозировки магния, необходимая для образования выделений шаровидного графита, пропорциональна степени концентрации серы в исходном чугуне, а также температуре перегрева металла.

В зависимости от этой температуры изменяются и механические свойства чугуна (фиг. 1). Согласно фиг. 1, чем ниже температура перегрева, тем выше пластичность и меньше прочностные характеристики. С повышением температуры до 1400° С указанные характеристики заметно возрастают, а пластичность сильно уменьшается. Увеличение температуры до 1450° С не изменяет механические свойства чугуна, перегрев же выше 1500° С их снижает.

Несмотря на то, что при 1350° С достигается хорошая пластичность, чугун следует выпускать при температуре не ниже 1400° С для заливки мелких и тонкостенных отливок и при 1380° С — для отливок крупных и толстостенных. Модифицировать чугун при температуре более 1450° С не рекомендуется. Приведенные пределы температур выпуска обусловлены тем, что охлаждение жидкого чугуна с низкой температурой перегрева при модифицировании магнием затрудняет заполнение форм и вызывает образование чернот. Перегрев чугуна в пределах указанных величин обеспечивает при выпуске достаточную жидкотекучесть, не уступающую жидкотекучести серого чугуна, и хорошую заполняемость форм.

На основе упомянутых выше значений приняли следующую величину дозировки никель-магниевого сплава: 1% при плавке в электропечах с основной футеровкой и 1,5% при плавке в вагранке (что составляет соответственно 0,2 и 0,3% магния).

Увеличение дозировки магния для чугуна, выплавленного в вагранке, вызвано повышенным содержанием серы, достигающим 0,12%. В чугуне, выплавленном в электропечах, оно не превышает 0,05%. Уменьшение же дозировки магния обуславливает недостаточное количество остаточного магния в чугуне, что приводит к образованию выделений смешанного или даже пластинчатого графита.



Фиг. 1. Зависимость механических свойств жидкого чугуна от температуры перегрева (до присадки магния).

Применением в составе шихты возврата чугуна с шаровидным графитом можно снизить расход магния или его сплавов. Если в составе шихты 60% возврата, то расход никель-магниевого сплава следует уменьшить при плавке в электропечи на 20—30% и при плавке в вагранке — на 15—25%. Количество остаточного магния, обеспечивающего образование выделений шаровидного графита, установлено в пределах 0,03—0,08%. Однако иногда шаровидный графит образуется и при содержании 0,015% остаточного магния. Значения выше 0,08% вызывают отбел отливок, особенно в тонких сечениях и на торцах.

Количество графитизирующего модификатора определяется толщиной стенок отливки. Чем меньше эта толщина, тем больше должна быть величина дозировки модификатора. Однако она не должна превышать 1% от веса жидкого чугуна, так как его охлаждение, связанное с затратой тепла на испарение магния и расплавление модификатора, может привести к частичному сохранению последнего в нерасплавленном состоянии. 1%-ную дозировку применяют при отливке деталей с толщиной стенки менее 10 мм.

В табл. 3 приведены химический состав чугуна МН и величина дозировки графитизирующего мо-

Таблица 3
Химический состав чугуна МН и величина дозировки графитизирующего модификатора в зависимости от толщины стенок отливки

Толщина стенок в мм	Химический состав в %				Величина дозировки в процентах к весу металла
	C	Si	Mn	C+Si	
5—15	—	2,9—3,2	—	6,3—6,9	1,0
15—30	3,4—3,7	2,6—3,0	0,6—0,9	6,0—6,7	0,6—0,8
25—60	—	2,4—2,8	—	5,8—6,5	0,5—0,7

дификатора в зависимости от толщины стенок отливки.

Высокое содержание углерода в жидком чугуне обеспечивается отсутствием в шихте отходов стали до модифицирования магнием. При модифицировании образуются соединения, способствующие частичному удалению углерода в шлак, причем чем выше содержание углерода в жидком чугуне, тем больше оно уменьшается после модифицирования. По-видимому, в шлак удаляется та часть углерода, которая не успела раствориться и сохранилась в виде включений графита. Взаимодействие паров магния с графитом приводит к образованию карбидов магния, поднимающихся вместе с другими неметаллическими включениями на поверхность чугуна. После модифицирования количество углерода составляет 2,8—3,4%. Содержание остаточного магния, даже в количестве, обеспечивающем получение отливок без отбела (0,03—0,08% Mg), изменяется в зависимости от продолжительности выдержки после модифицирования. Одновременно меняются размеры выделений шаровидного графита вплоть до его превращения в пластинчатый. Интенсивность изменения формы графита зависит от температуры перегрева жидкого чугуна перед модифицированием. При нормальных температурах выпуска (1380—1400°С) полезна непродолжительная выдержка чугуна с целью повышения его механических свойств.

В табл. 4 приведен химический состав чугуна в зависимости от выдержки после модифицирования магнием.

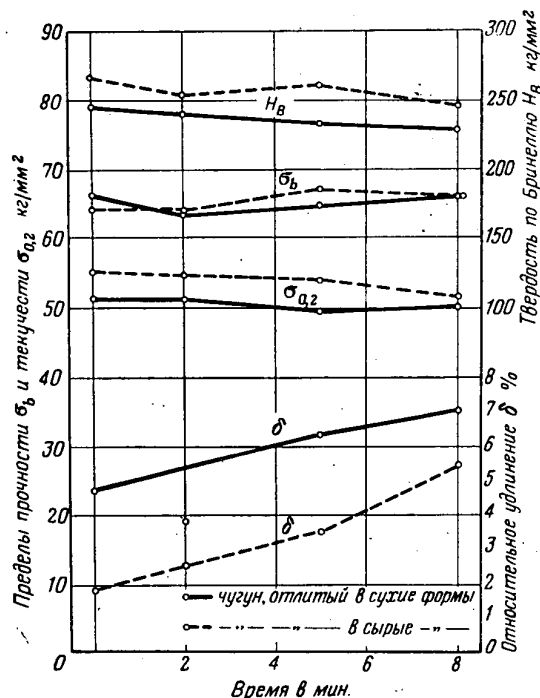
Микроструктурный анализ показал, что с увеличением выдержки выделения шаровидного графита уменьшаются, а количество феррита в металлической основе увеличивается. Такие изменения в структуре металлической массы повысили пластичность образцов из чугуна плавки № 672 (фиг. 2); у образцов из чугуна плавки № 1335 наряду с пластичностью повысилась также и прочность.

Обычно механические свойства литых образцов колеблются в широких пределах. В особенности это относится к пластичности. Последняя часто настолько низка, что не превышает пластичность чугуна с пластинчатым графитом, даже если отсутствует эвтектический цементит. Это обусловлено содержанием в чугуне остаточного магния: чем оно больше, тем ниже пластичность и прочность.

Таблица 4

Химический состав чугуна в зависимости от выдержки после модифицирования

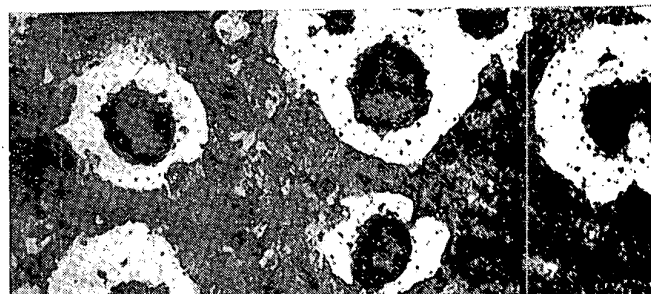
Плав-ка	Выдерж-ка в мин.	Химический состав в %						
		C	Si	Mn	Ni	P	S	Mg
672	Без выдержки	3,12	3,13	0,63	0,81	0,11	0,011	0,02
	2	3,14	3,15	—	—	—	0,011	0,018
	5	3,14	3,17	—	—	—	0,007	0,015
	8	3,14	3,14	—	—	—	0,008	0,015
1335	Без выдержки	2,93	3,2	0,86	0,79	0,024	0,01	0,05
	2	—	3,2	—	—	—	—	0,05
	5	—	3,2	—	—	—	—	0,03
	7	2,94	3,2	—	—	—	—	0,03



Фиг. 2. Зависимость механических свойств жидкого чугуна от времени выдержки (после присадки магния).

На механические свойства чугуна с шаровидным графитом влияет не только количество остаточного магния, но и химический состав. Так, например, повышенное содержание Mn, P и Si обуславливает низкую пластичность. Хорошая пластичность достигается при содержании до 0,6% Mn, 0,15% P и 3,5% Si.

На размеры выделений шаровидного графита указанные элементы не влияют. Однако для чугуна МН, характеризующегося перлитно-ферритной металлической основой (фиг. 3), рекомендуется следующий хими-

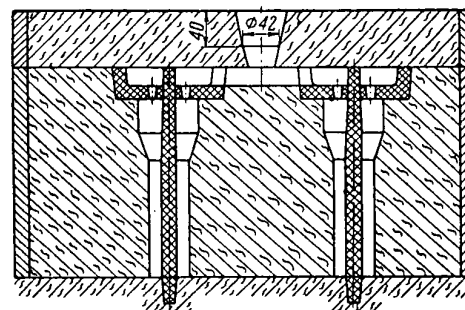


Фиг. 3. Структура магниевого чугуна с шаровидным графитом (60—80% перлита и 20—40% феррита).

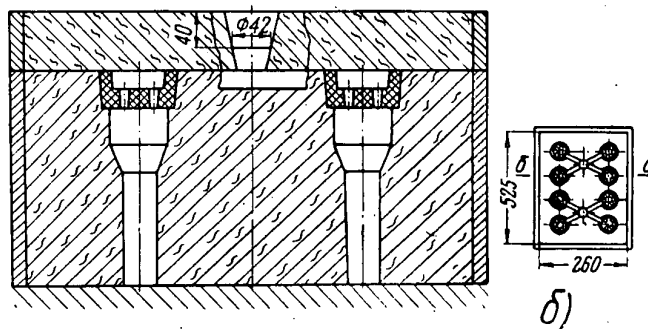
ческий состав: 2,9—3,3% C; 2,4—3,3% Si; 0,6—0,9% Mn; менее 0,15% P; 0,03% S и 0,03—0,06% Mg.

Технология отливки заготовок из чугуна МН

Магний чугун обладает склонностью к повышенной объемной усадке в процессе затвердевания, близкой по величине к усадке литой стали. Поэтому отливки будут сильно поражены усадочными раковинами и рыхлотами, если не предусмотреть их питание с помощью прибылей.



Сечение по бб

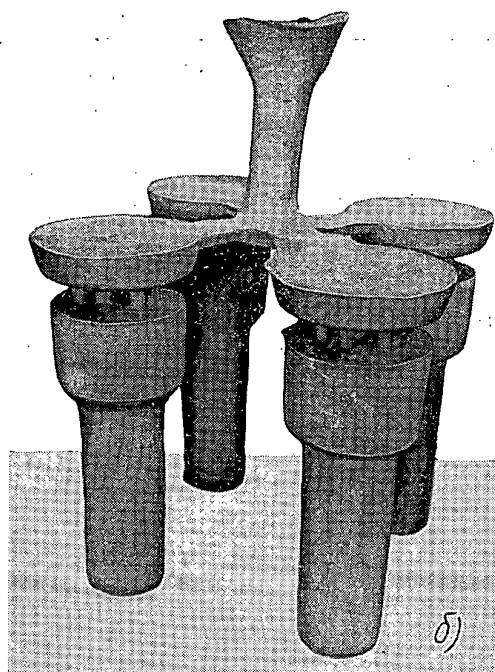
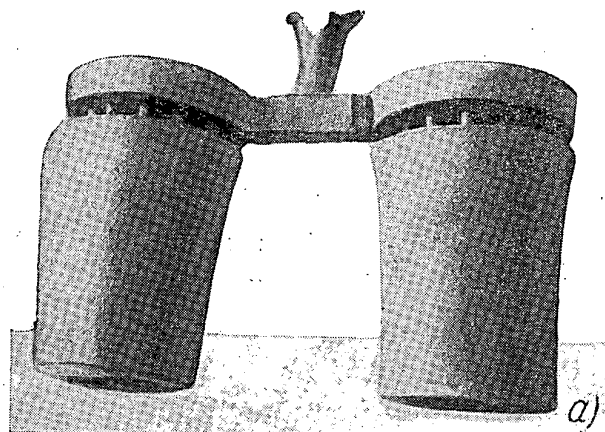


Фиг. 4. Схема заливки форм под заготовки из магниевого чугуна:

а—маслотные; б—прутковые.

Формы под заготовки из чугуна МН заливали сверху, через дождевой литник с отверстиями диаметром 8 мм. Прибыли устанавливали на отливке. Так как их заливали в конце заполнения формы, они затвердевали в последнюю очередь. Подобная технология способствовала направленности затвердевания и достаточному питанию отливок. На фиг. 4

показана схема заливки форм под маслотные и прутковые заготовки, а на фиг. 5 маслоты и прутки с литниковыми системами. Для контроля микроструктуры и твердости отливали треновидные заготовки с лепестком, диаметр которого был равен



Фиг. 5. Отливка магниевого чугуна с литниковой системой.
а—маслоты; б—прутки.

толщине стенки отливки (20 мм). Заполнять формы начинали через 3—5 мин. после модифицирования. Температура выпуска металла составляла 1380—1400°С. Металл выпускали в нагретые до красного каления ковши емкостью 200 кг и после тщательного снятия шлака разливали в формы.

Физические и механические свойства чугуна МН

Физические свойства чугуна МН приведены в табл. 5. Для сравнения указан также коэффициент линейного расширения серого легированного чугуна ХТВ.

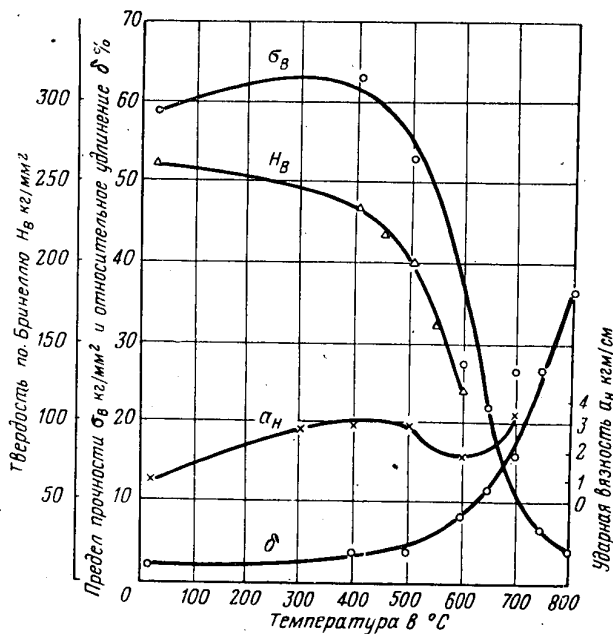
Таблица 5
Физические свойства чугуна МН

Плавка	Коэффициент линейного расширения ($\alpha \cdot 10^{-6}$) при температуре в °С						Теплопроводность в кал/см·сек·°С
	20—100	100—200	200—300	300—400	400—500	500—600	
1	10,8	11,6	12,7	14,0	16,2	17,0	0,08
2	11,6	12,5	13,3	14,7	16,5	17,3	0,075
3	11,7	13,36	14,4	15,1	16,1	16,05	0,07

Чугун ХТВ

—	—	13,1	13,2	13,5	14,2	14,2	—
---	---	------	------	------	------	------	---

Из таблицы видно, что чугун МН до 400°С по коэффициенту линейного расширения практически не отличается от чугуна ХТВ, широко применяемого для поршневых колец авиационных двигателей. С повышением температуры этот коэффициент для чугуна МН заметно увеличивается по сравнению с чугуном ХТВ.



Фиг. 6. Механические свойства магниевого чугуна в зависимости от температуры испытания.

Модуль упругости для чугуна МН составляет 16 000—18 000 кг/мм², предел выносливости гладких образцов равен 18—20 кг/мм².

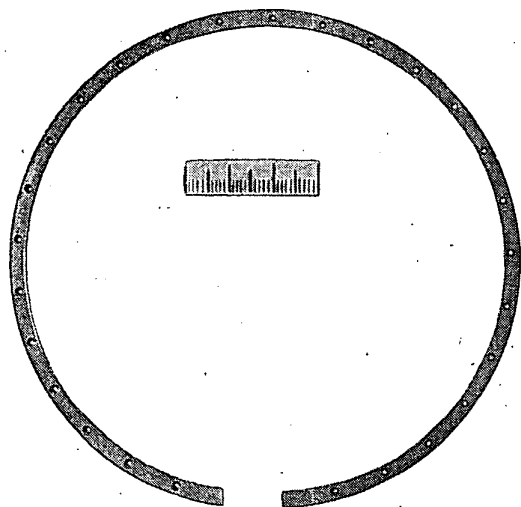
На фиг. 6 приведены механические свойства описываемого чугуна в зависимости от температуры

испытания. Из фигуры следует, что до 500° механические свойства сравнительно устойчивы. Начиная с этой температуры, резко снижается прочность и повышается пластичность. Таким образом, можно заключить, что детали из чугуна МН могут работать в условиях температур до 500° С.

Магниевый чугун как заменитель бронзы

Ряд деталей двигателя, выполненных из оловянистых бронз, не обеспечивал его долговечность. В частности, быстро теряли упругость маслоуплотнительные кольца, что способствовало прорыву воздуха, который забрасывал масло из воздухонагнетательной системы в полость камеры сгорания; последнее вызывало повышенное дымление и другие дефекты.

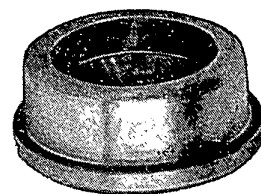
Поэтому заводом совместно с ВИАМ была проведена работа по замене бронзовых деталей авиационного двигателя деталями из магниевого чугуна. Разработана также технология отливки и предприняты длительные испытания, давшие положительные



Фиг. 7. Маслоуплотнительное кольцо нагнетателя, изготовленное из магниевого чугуна.

результаты. В качестве примера таких деталей, внедренных в серийное производство взамен бронзовых, на фиг. 7 показано маслоуплотнительное кольцо нагнетателя, на фигуре в начале статьи — ось двойного зубчатого колеса, а на фиг. 8 — упорная втулка.

Нагрев этих деталей в условиях трения не вызывает опасений в отношении потери ими антифрикционных свойств, в частности потери упругости уплотнительными кольцами. Как указывалось выше, механические свойства магниевого чугуна устойчивы при температуре нагрева до 500° С, что значительно выше рабочей температуры в процессе трения. Ввиду этого поверхности трения не размягчаются, что увеличивает износостойкость деталей.



Фиг. 8. Упорная втулка из магниевого чугуна.

Термическую фиксацию уплотнительных колец из магниевого чугуна вели не при 450° С, как для бронзовых, а при 630° С. В обоих случаях ее осуществляли в воздушной электрической печи с охлаждением на воздухе. Термическая фиксация при более высоких температурах, а также более высокий модуль упругости магниевого чугуна способствовали получению колец более упругих, чем бронзовые.

Высокая и стабильная упругость в условиях нагрева на много уменьшила возможность поворота колец, что определило их долговечность, а отсюда и долговечность двигателя. Это подтвердили тысяче-часовые испытания двигателей.

Другие детали из магниевого чугуна также оказались надежнее бронзовых.

Кроме того, кованые стальные колодки для резцов были заменены на заводе литыми из магниевого чугуна. Для повышения пластичности такие колодки подвергали отжигу по режиму, обеспечивающему получение ферритной структуры. Колодки надежно работали в процессе эксплуатации; стойкость их была не меньше стальных. В настоящее время в серийном производстве применяют подобные колодки для проходных, отрезных и расточных резцов.

Замена остродефицитных бронз магниевым чугуном дала значительную экономию и снизила себестоимость авиационных двигателей. Полученные результаты позволяют рекомендовать магниевый чугун к внедрению в качестве заменителя бронзы для всех авиационных двигателей, в том числе и реактивных.

Органические стекла СТ-1 и 2-55

М. М. ГУДИМОВ, В. Д. КАСЮК, К. И. ТРУСОВА и Е. С. ОСИКИНА

Оптические, физические, механические, химические и технологические свойства

Серийное органическое стекло СОЛ — полиметил-метакрилат, пластифицированный 6% дибутил-фталата, — успешно применяется для остекления самолетов, работающих в режиме температур $\pm 60^\circ\text{C}$.

Для более высоких температур рекомендуются новые органические стекла СТ-1 и 2-55.

В табл. 1 представлены оптические свойства указанных стекол.

В табл. 2 приведены теплофизические свойства органических стекол*.

Теплостойкость стекол определена по методу, разработанному институтом физических проблем АН СССР. Сущность этого метода заключается в измерении величины погружения иглы в образец под действием постоянной силы за одну минуту при различных температурах. За теплостойкость принима-

Таблица 1

Оптические свойства органических стекол

Марка	Коэффициент преломления	Оптический коэффициент напряжения	Игра изображения в мин.	Угловое смещение в зависимости от толщины листа и сортности в мин.	Светорассеяние в <i>сб/ф</i>		Светопрозрачность в %							Светостойкость в %
					исходного стекла	после испытания на абразивостойкость	для видимой части спектра	для ультрафиолетовой части спектра с длиной волны в <i>м.мк</i>						
								300	310	320	330	340	350	
СОЛ	1,49	2,0—2,5	2—3	3—9	$0,4 \cdot 10^{-3}$	$13,6 \cdot 10^{-3}$	92	4,3	11,2	24,0	43,0	60,0	69,2	Не более 2
СТ-1	1,48	2,0	2—3	3—9	$0,26 \cdot 10^{-3}$	$10,3 \cdot 10^{-3}$	91	—	—	—	—	—	48	
2-55	1,48	1,3—1,5	2—3	3—9	—	—	91	—	—	—	—	—	2,7	

Таблица 2

Теплофизические свойства органических стекол

Марка	Теплостойкость в $^\circ\text{C}$	Коэффициент термического расширения $\alpha \cdot 10^{-6}$					Температуропроводность $a \cdot 10^4$ в $\text{м}^2/\text{час}$		Теплопроводность в $\text{ккал/м} \cdot \text{час}^\circ\text{C}$		Удельная теплоемкость в $\text{ккал/кг}^\circ\text{C}$		Скорость горения в см/мин		Изменение размеров после нагрева неотожженных листов до $100-120^\circ\text{C}$ в %	
		температура в $^\circ\text{C}$						22	50	22	50	22	50	толщина листов в мм 2 6	в плоскости листа	по толщине
		20	60	80	100	120	22									
СОЛ	90—95	83	98	125	—	—	4,3	3,8	0,17	0,16	0,34	0,36	4,5	3,5	—2	+4
СТ-1	110—120	77	86	90	115	—	2,8	2,5	0,16	0,15	0,49	0,51				
2-55	130—135	69	69	73	84	118	3,4	3,4	0,18	0,18	0,43	0,43				

Из таблицы следует, что новые органические стекла по коэффициенту преломления, оптическому коэффициенту напряжения, игре изображения, угловому смещению, светорассеянию, светопрозрачности для видимой части спектра и светостойкости близки к серийному стеклу, а по светопрозрачности для ультрафиолетовой части спектра значительно превосходят его. В то время как стекло СОЛ начинает пропускать ультрафиолетовые лучи с длиной волны 300 мкм , новые стекла пропускают эти лучи только с длиной волны 350 мкм .

ют температуру, при которой деформация начинает сильно повышаться.

Как показывает табл. 2, теплостойкость новых органических стекол выше, чем у стекла СОЛ, на $30-40^\circ\text{C}$.

В табл. 3 и на фиг. 1, 2, 3, 4 и 5 показана зависимость механических свойств органических стекол от температуры. На основе приведенных данных можно сделать вывод, что повышение теплостойко-

* По данным З. П. Аблековой (ВИАМ).

Механические свойства органических стекол

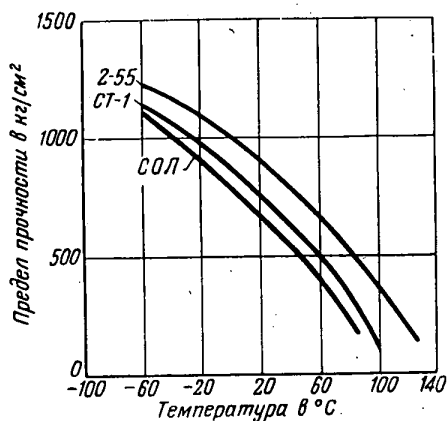
Таблица 3

Показатели	СОЛ				СТ-1				2-55					
	температура в °С													
	20	60	80	—60	20	60	80	100	—60	20	60	80	100	120
Предел прочности при растяжении в кг/см ²	708	409	151	1133	780	510	378	118	1226	923	634	522	364	175
Предел прочности при статическом изгибе в кг/см ²	991	755	530	—	1207	842	700*	—	—	1212	975	812	558*	207*
Предел выносливости (на базе 6·10 ⁵ циклов) в кг/см ²	—	105	85	—	—	150	130	80	—	—	170	135	110	85
Относительное удлинение в %	3,6	20,9	77,5	2,2	4,0	6,0	4,7	5,9**	1,6	3,3	3,2	3,6	3,7	4,2**
Модуль упругости в кг/см ²	29 000	18 000	14 000	—	32 100	23 750	21 750	12 900	—	41 600	29 300	25 300	20 500	10 300
Удельная ударная вязкость в кгсм/см ²	13,7	—	—	14,1	12,5	—	—	—	14,8	14,6	—	—	—	—
Твердость по Бринеллю в кг/мм ²	21,5	—	—	—	23,7	—	—	—	—	29,9	—	—	—	—
Стрела прогиба в мм	6,1	16,3	23,2	—	10,0	15,4	20,0*	—	—	8,1	10,5	12,1	23*	23*
Коэффициент Пуассона	0,38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

* Образцы не разрушились.

** Удлинение при появлении шейки.

сти стекол сопровождается также повышением их прочностных свойств. Наиболее высокими механическими свойствами обладает стекло 2-55.



Фиг. 1. Зависимость предела прочности органических стекол при растяжении от температуры.

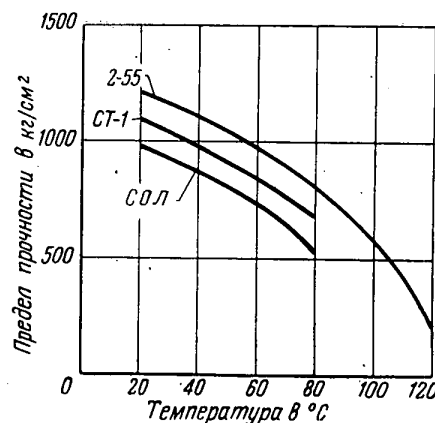
С учетом условий работы стекла СОЛ предел прочности новых стекол при наличии перепада температур должен составлять $\sim 400 \text{ кг}/\text{см}^2$. Для стекол СТ-1 и 2-55 это условие сохраняется в широком диапазоне внешних и внутренних температур.

В табл. 4 представлены физико-химические свойства органических стекол.

Из этой таблицы следует, что объемный вес рассматриваемых стекол почти одинаков и что стекло 2-55 обладает несколько большей склонностью к

адсорбции влаги. В условиях искусственного старения оно менее устойчиво к образованию серебра. Интересна следующая особенность: при выдержке в масле стекла не набухают, а в бензине набухает только стекло 2-55 (на 0,08%). Все стекла растворяются в ацетоне.

На фиг. 6 представлена зависимость степени деформации и потери летучих у исследованных стекол от температуры. Как видно из фигуры, все стекла



Фиг. 2. Зависимость предела прочности органических стекол при статическом изгибе от температуры.

являются типичными линейными полимерами, и поэтому для них можно установить интервалы температур стеклования и течения, а также температурные

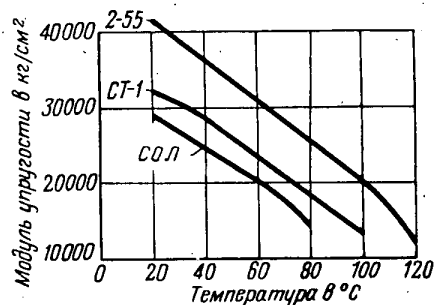
Таблица 4

Физико-химические свойства органических стекол

Марка	Объем- ный вес в г/см ³	Стойкость к растрескиванию в час.		Набухание за 7 суток в %		
		при вы- держке в дибут- тилфла- те	при облуче- нии ультра- фиолетовы- ми лучами (при $\varphi=90\%$) серебрится через	в этило- вом спирте	в диэтил- этане	в дистиллиро- ванной воде
СОЛ	1,18	<50	50	1,35	—	0,4
СТ-1	1,18	<50	70	1,15	—	0,4
2-55	1,19	<50	30	12,6	4,5	0,65

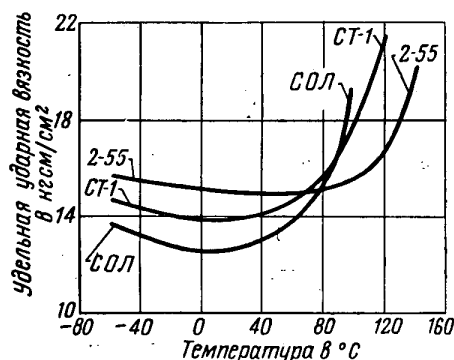
области стеклообразования, высокой эластичности и вязкотекучести (табл. 5).

Табл. 5 показывает, что температурный интервал высокоэластичного состояния у всех стекол прибли-



Фиг. 3. Зависимость модуля упругости органических стекол при растяжении от температуры.

зительно одинаков (45—50°С). Стекло 2-55 характеризуется не только самыми высокими температурами стеклования и течения, но и самой большой термохимической стойкостью.



Фиг. 4. Зависимость удельной ударной вязкости органических стекол от температуры.

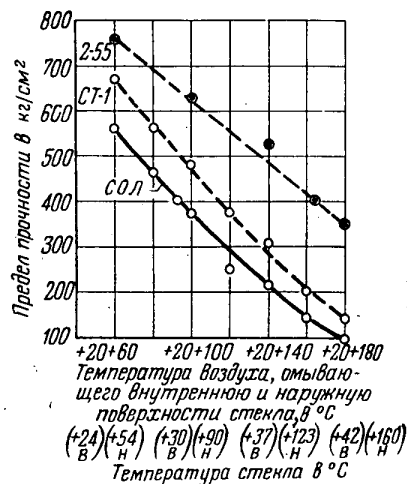
В результате рабочие температуры данного стекла в зависимости от температурно-временного режима могут достигать высоких значений.

Таблица 5

Температурные области состояний и интервалы стеклования (T_c) и течения (T_T) органических стекол

Марка	Температура в °С					Температура начала деформации в °С	
	стек- ло	стекло- вание (T_c)	высокая эластич- ность (T_c-T_T)	течение (T_T)	вязкотече- кость	увеличение по- тери летучих появление пузырей	
СОЛ	до 90	90—105	105—150	150—175	выше 175	155	180
СТ-1	до 110	110—120	120—170	170—185	выше 185	180	190
2-55	до 130	130—140	140—190	190—205	выше 205	180	200

Согласно фиг. 6 в области стеклообразного и высокоэластичного состояния все стекла обладают достаточной термохимической стойкостью. Только в непосредственной близости к температуре вязкотекучести начинается энергичное выделение летучих. Низкая термохимическая стойкость стекол, находящихся в вязкотекучем состоянии, вынуждает формировать их только в области высокой эластичности. Формование стекол при более низкой температуре, т. е. в области размягчения, может привести к возникновению значительных остаточных напряжений.



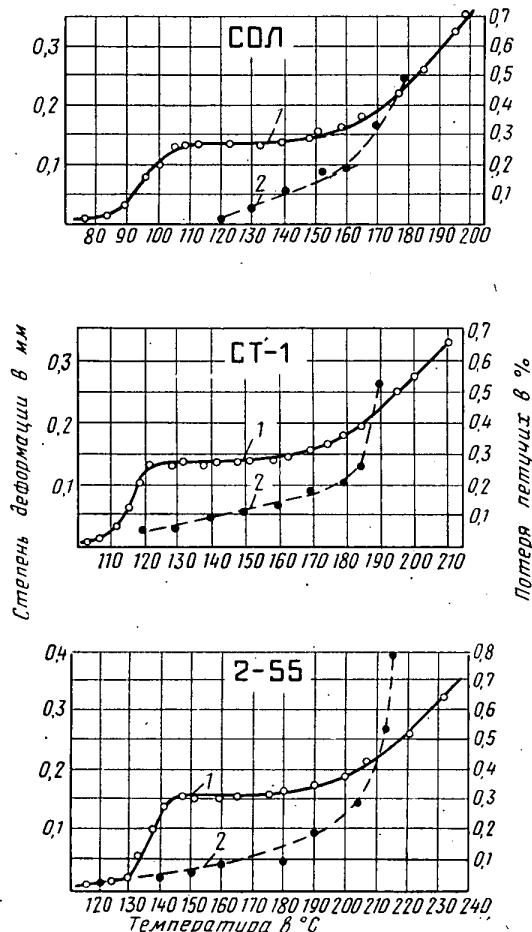
Фиг. 5. Зависимость предела прочности органических стекол при растяжении от перепада температур.

Цифры в скобках с индексами В и Н означают температуры внутренней и наружной поверхности стекла.

На фиг. 7 показана зависимость релаксации органических стекол от температуры при начальном напряжении 100 кг/см². Такую величину напряжения выбрали с учетом наиболее вероятного суммарного значения исходных и эксплуатационных напряжений в деталях, выполненных из этих стекол.

Установлено, что у всех исследованных стекол для каждой из температур существует предел напряжений, ниже которого релаксация практически не происходит. На фиг. 8 представлена зависимость остаточного напряжения в различных стеклах от температуры при начальном напряжении 100 кг/см^2 . Время выдержки составляло 4 часа.

Хотя кривые релаксации и опыт по отжигу деталей из стекла СОЛ будут способствовать правильности выбора оптимальных температур отжига СТ-1 и 2-55, однако этих данных, на наш взгляд, недостаточно, и они должны быть дополнены сведениями

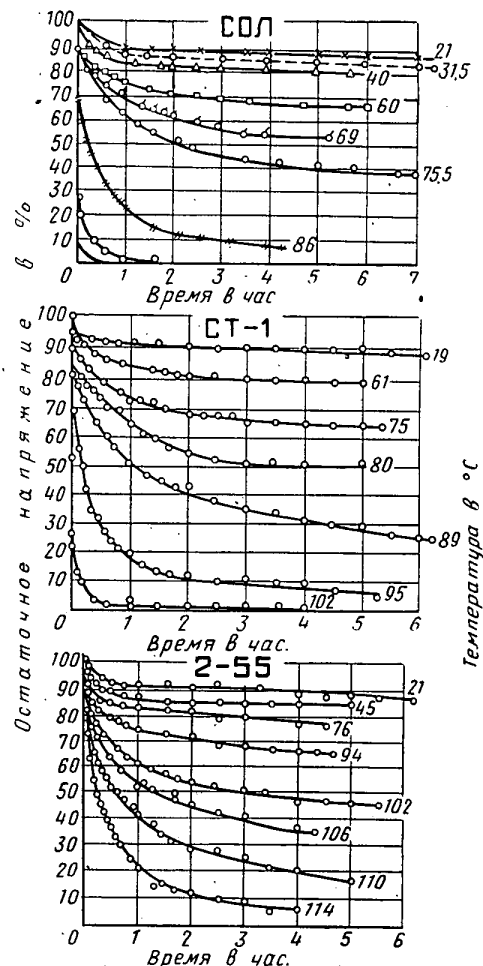


Фиг. 6. Зависимость степени деформации (кривые 1) и потери летучих (кривые 2) у органических стекол от температуры.

о формоустойчивости. Согласно принятой методике формоустойчивость стекла характеризуется температурой, при которой происходит усадка блистеров диаметром 320 мм на 2 и более мм. Выбор блистеров для определения формоустойчивости объясняется их наибольшей склонностью к изменению формы при повышенных температурах по сравнению с другими самолетными деталями из органического стекла. В табл. 6 приведены наиболее вероятные температуры отжига таких деталей, а в табл. 7 — технологические свойства органических стекол.

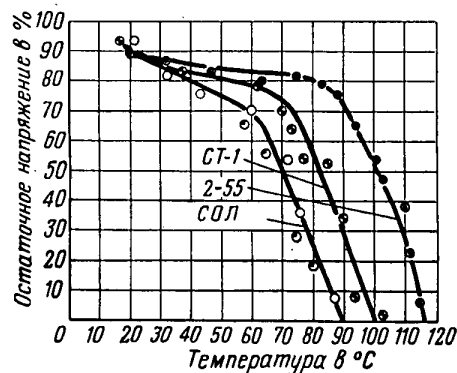
9*

Стекла СОЛ и СТ-1 склеивают клеем на дихлорэтановой основе, а стекло 2-55 — клеем В31-Ф9.



Фиг. 7. Зависимость релаксации органических стекол от температуры.

Протектирование стекол СОЛ и СТ-1 ведут с помощью казеинового, желатинового и мездрового клеев;



Фиг. 8. Зависимость остаточного напряжения в органических стеклах от температуры.

для протектирования стекла 2-55 также используют эти клеи, за исключением казеинового. Все стекла

можно резать, пилить, фрезеровать и сверлить. Монтаж выполняют болтовой, безболтовой, а также с применением мягкой заделки.

Таблица 6

Температура отжига деталей из органического стекла по формоустойчивости и релаксации

Марка	Температура отжига в °C	
	по условиям формоустойчивости	по условиям релаксации
СОЛ	86	85
СТ-1	102	95
2-55	115	114

Таблица 7

Технологические свойства органических стекол

Марка	Формование		Температура отжига	Сварка		
	температура разогрева в °C	время от конца разогрева до конца формообразования в мин.		температура разогрева в °C	время выдержки в мин.	давление в кг/см ²
СОЛ	125—150	2—4	75±5	140—145	20—30	5—10
СТ-1	145—150	2—4	90±5	180—185	20—30	5—10
2-55	170—185	до 2	100±5	190—200	20—30	10—15

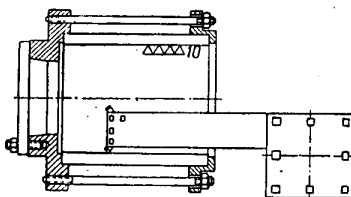
Другие технологические особенности описанных стекол содержатся в руководящих материалах ВИАМ.



В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Приспособление для алмазной расточки цилиндров

Для получения высокой точности и чистоты обработки поверхности пневматических цилиндров на заводе «Красный пролетарий» имени А. И. Ефремова разработано простое при-



способление к токарному станку и изменен технологический процесс изготовления цилиндров.

При подготовке станка к алмазной расточке проверяют по контрольной оправке положение оси шпинделя станка относительно направляющих станины.

Приспособление тщательно балансируют. Отверстия растачивают резцами с пластинками из твердого сплава Т15К6 в два прохода. Два резца устанавливают в массивной державке, укрепленной в резцедержателе.

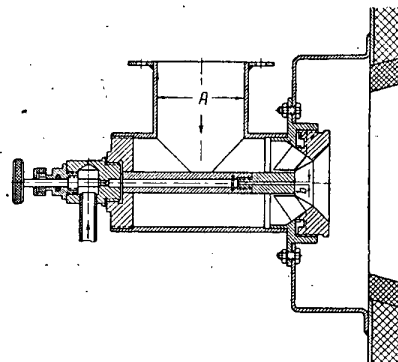
Для длинных деталей с отверстиями большого диаметра рекомендуется применять резцы с пластинками из твердого сплава Т30К4. Чистота обработки отверстий описанным способом соответствует $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$ при конусности 0,01 мм на длине расточки и отсутствии овальности отверстия.

По материалам ЦБТИ Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, «Обмен опытом», 1957, № 46. Публикуется в сборнике НИИТ «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, № 2.

Мазутная форсунка низкого давления

Коллективом энергетиков Коломенского завода создана форсунка, работающая от вентилятора давления 200—220 мм вод. ст. Такими форсунками оборудованы печи для отжига и нагревательные, установленные в кузнечном цехе, а также сушильные печи литейного цеха.

Перевод печей с форсунок высокого давления, у которых источником распыления служит сжатый воздух, на форсунки низкого давления позволил заводу только от кузнечного цеха



получить экономии электрической энергии в 136 тыс. квт-ч. Теперь работа термической и других печей не зависит от работы компрессорной станции.

По материалам ЦБТИ Министерства станкостроительной и инструментальной промышленности СССР, «Обмен опытом», 1956, № 86. Публикуется в сборнике НИИТ «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, № 2.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Опыт упрощения и улучшения управления производством

В. Г. БЛОХ, И. М. ДВОРЕЦКИЙ и И. Б. КУКСИН

Партия и правительство в своих решениях неоднократно обращали внимание руководителей предприятий, партийных и общественных организаций на необходимость всемерного улучшения управления производством. Так, в постановлении июльского Пленума ЦК КПСС (1955 г.) записано: «Обязать директоров предприятий устранить недостатки в управлении производством, ликвидировать излишние подразделения в заводоуправлениях и на производстве, объединить, а там, где это необходимо, ликвидировать мелкие цехи и участки».

Между тем на многих предприятиях всю работу по совершенствованию управления производством сводят лишь к сокращению некоторого числа работников отделов заводоуправления или цехов.

Упрощение структуры управления — это сложный комплекс вопросов, затрагивающий работу всех служб завода (технической, плановой, бухгалтерской, материально-технического снабжения, ремонтной и др.), расстановку и воспитание кадров, оплату труда и т. п. Над их решением должен систематически работать весь коллектив завода.

Ниже описывается опыт перестройки управления производством на Московском заводе светотехнических изделий. Это сравнительно небольшой металлообрабатывающий завод, выпускающий около 120 различных изделий с номенклатурой деталей до 5000; до 60% изделий производится крупными сериями. Примерный удельный вес отдельных видов работ следующий: холодная штамповка и сварка — 31%; автоматные работы и обработка отливок на конвейерах — 21%; токарные — 4%; электромонтажные — 9%; сборочные — 17%; гальванические и лакокрасочные покрытия — 18%.

Объем работ по изготовлению технологической оснастки составляет 22% от общего объема производства.

До 1955 г. структура завода по существу копировала структуру крупного предприятия. Заводоуправ-

ление состояло из 13 отделов; производство было разбито на 7 цехов (схема 1).

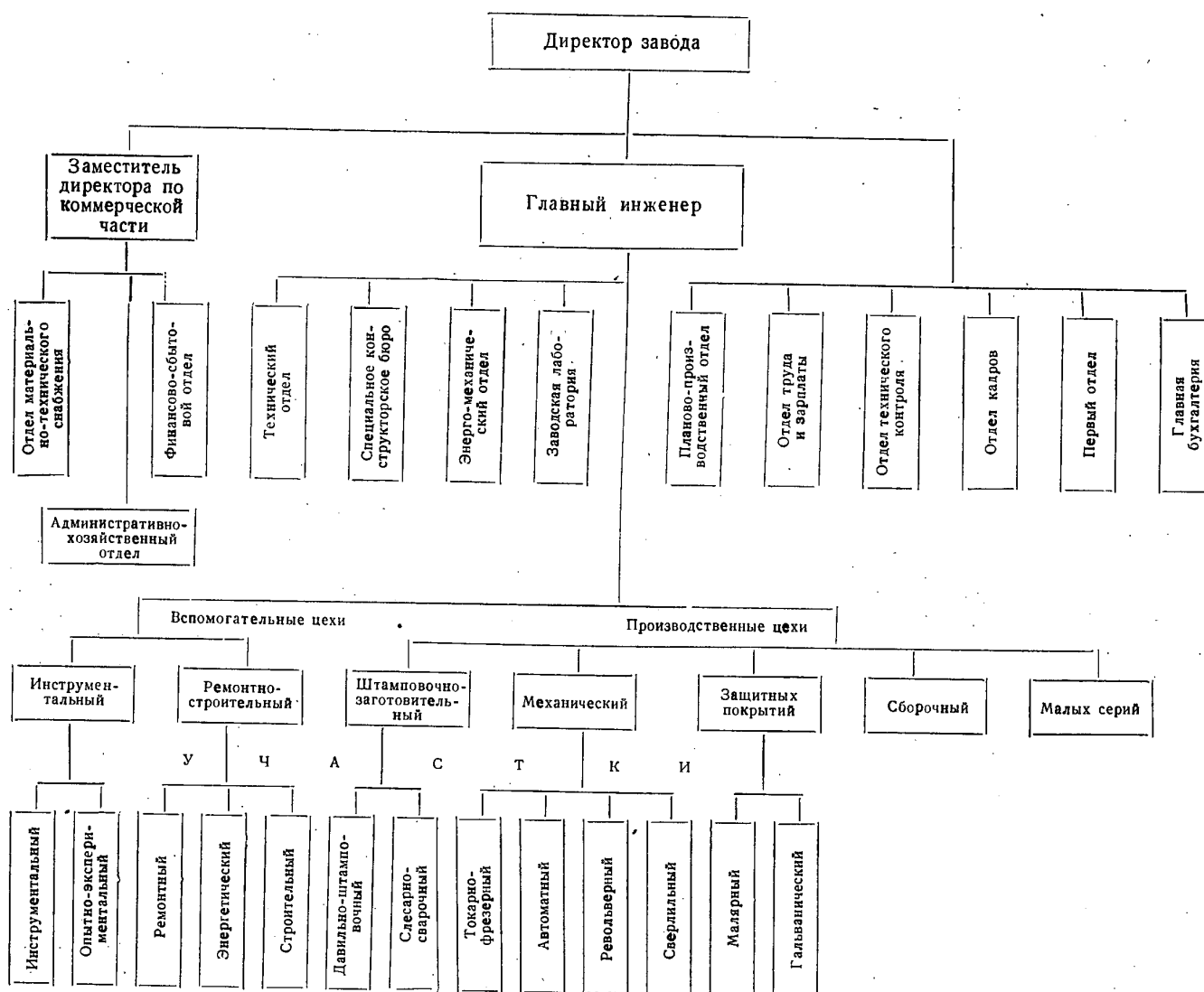
В 1956 г. было проведено укрупнение отделов заводоуправления и цехов. Вместо 13 отделов стало 7, вместо 7 цехов — 4. Технический отдел был объединен с конструкторским отделом и заводской лабораторией, отдел труда с отделом кадров, бухгалтерия с финансовым отделом, отдел материально-технического снабжения с отделом сбыта, хозяйственный отдел вошел в отдел материально-технического снабжения в виде отдельного бюро, а 1-й отдел вошел в группу кадров отдела труда. Сокращение количества отделов дало очень хорошие результаты. Например, слияние отделов главного технолога (ОГТ) и главного конструктора (СКБ) способствовало более тесной связи и упрощению взаимоотношений между технологами и конструкторами, улучшению технологичности и повышению экономичности разрабатываемых конструкций.

В производстве были объединены инструментальный и ремонтный цехи; гальванический участок вошел в состав заготовительно-штамповочного цеха, что позволило организовать работу в нем по замкнутому циклу; механическому цеху был придан лакокрасочный участок. В результате этой перестройки несколько уменьшилось число ИТР и служащих аппарата управления.

Однако полученные результаты не удовлетворяли завод. Дальнейшее же укрупнение цехов создавало как бы заводы внутри завода и было признано нецелесообразным. Надо было идти на более решительную, коренную перестройку структуры предприятия, на ликвидацию всех промежуточных звеньев. Анализ показал, что существующая цеховая структура приводила к отрыву отделов заводоуправления от производства и частичному дублированию ими работы цехового аппарата, к увеличению количества форм, инструкций, отчетов. При этой структуре мастер практически не имел положенных ему

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ЗАВОДОМ (1955 г.)

Схема 1



прав. Например, начальник цеха увольнял и нанимал рабочих, премировал их и предоставлял отпуска, а мастер привлекался к решению этих вопросов только для формы. Если рабочему надо было отлучиться по уважительной причине на 1—2 часа, мастер сам разрешить ему этого не мог, нужно было обращаться к начальнику цеха. Подобных примеров можно привести множество. Таким образом, мастер не являлся ведущей фигурой на производстве.

Для устранения указанных недостатков руководством завода было принято решение ликвидировать цехи. Это решение предварительно обсуждалось на заседании партийного бюро завода, заводского комитета профсоюза и на общем партийном собрании.

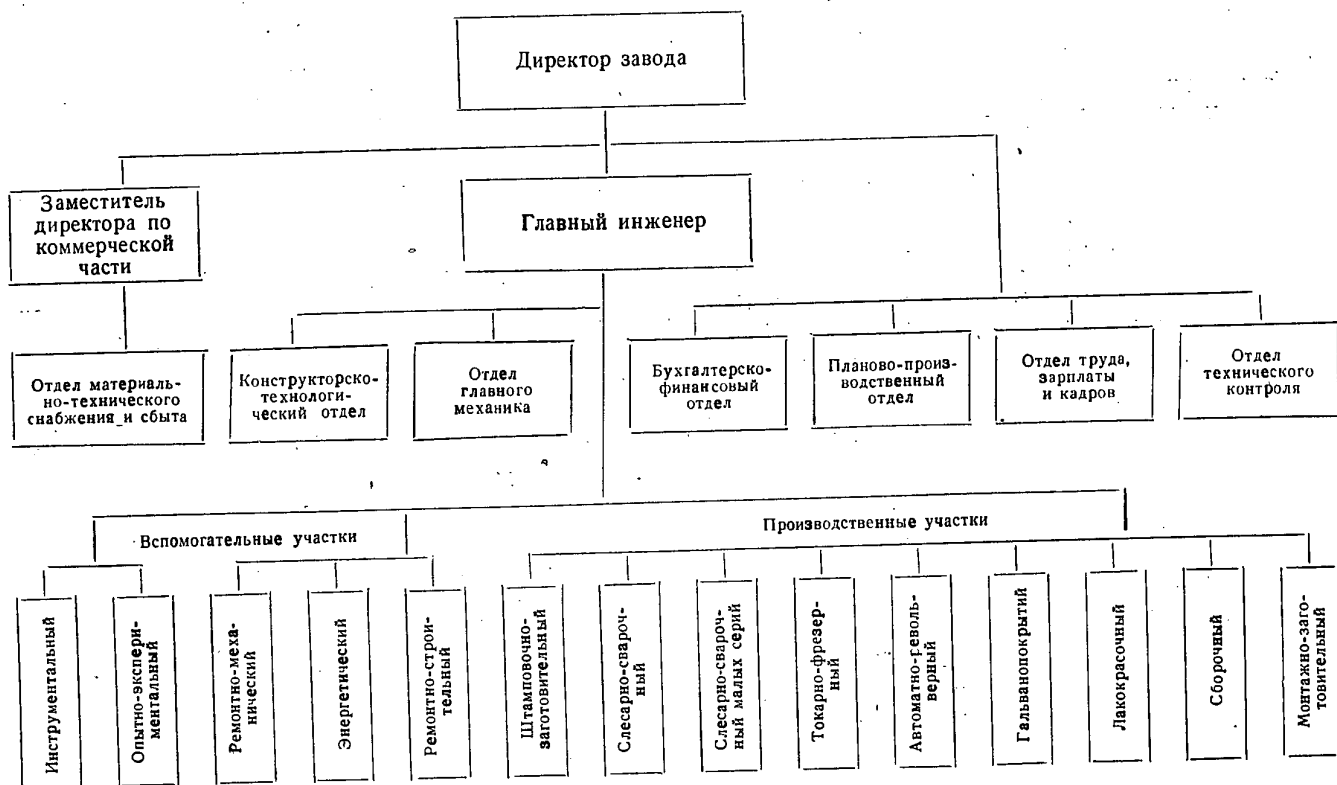
Была разработана и внедрена бесцеховая структура управления производством, по которой завод работает в настоящее время (схема 2).

Эта реорганизация отнюдь не сводилась к механическому переименованию начальников цехов в мастеров. В основу перестройки было положено расширение прав, поднятие авторитета и роли мастера на производстве; освобождение его от непроизводительной и канцелярской работы; передача всего текущего обслуживания производства функциональным отделам заводоуправления.

Для повышения роли и авторитета мастера ему были предоставлены следующие права:

- 1) принимать и увольнять рабочих (последнее по согласованию с заводским комитетом профсоюза). В пределах запланированных лимитов отдел кадров направляет рабочих для переговоров к мастеру и по его записке их оформляют на работу;
- 2) оказывать материальную помощь рабочим. По записке специальной формы, подписанной мастером

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ ЗАВОДОМ (после реорганизации в 1957 г.)



и профгруппоргом, бухгалтерия выдает указанную сумму без всяких дополнительных утверждений;

3) распределять путевки в дома отдыха, приобретаемые за счет фонда предприятия. Директор утверждает лишь лимит по мастерам и в дальнейшем распределение не вмешивается;

4) предоставлять рабочему отгулы и административные отпуска за свой счет в пределах двух дней;

5) премировать рабочих за высокие производственные показатели, образцовую работу и успешное выполнение заданий в пределах фонда, выделяемого ежемесячно в его распоряжение в размере до 3% от фонда заработной платы по группе. При этом установлено, что премия выдается немедленно, не ожидая 1-го или 15-го числа. Каждое премирование рабочих мастер доводит до сведения группы особым распоряжением;

6) пересматривать нормы времени на новые изделия в пределах установленной общей трудоемкости изделий, обрабатываемых на данном участке. Это мероприятие находится в стадии проверки;

Пооперационный контроль ОТК ликвидирован. В настоящее время за качество продукции целиком отвечает мастер, которому подчинены браковщики участка. Окончательный контроль качества изделий осуществляется заводскими проверочными пунктами ОТК, где регистрируется каждый возврат мастеру некачественной продукции. Количество возвратов

указывается на доске показа работы мастеров и учитывается при установлении премии по результатам работы за месяц. Это простое мероприятие повысило качество выпускаемой продукции.

В связи с возросшей ролью мастеров их подбору уделяется очень большое внимание. Мастерами назначены лучшие специалисты из числа бывших начальников цехов, старших мастеров и мастеров; из них 50% имеют среднее и высшее техническое образование, а остальные — производственники с 15—20-летним стажем работы. Большинство мастеров, не имеющих специального образования, начали учиться в вечерних институтах, техникумах и на курсах мастеров.

В заключение можно сказать, что без передачи мастеру части прав директора завода (или начальника цеха) не будет достигнуто упрощение структуры аппарата. За руководителями, конечно, следует оставить функции контроля.

Большое значение имеет также наглядный показ работы участков и мастеров, который является одновременно контролем всего коллектива за работой мастера и завода в целом. На самых видных местах завода установлены доски, где ежемесячно вывешиваются данные о работе каждого мастера, а также отражаются такие показатели, как число уволенных и принятых рабочих, охват технической учебой, количество поступивших и внедренных предложений

и организационно-технических мероприятий, простой оборудования и т. д.

Для того чтобы мастера имели возможность уделять максимальное внимание руководству производством и на деле осуществлять предоставленные им права, необходимо было разгрузить их от непроизводительной работы.

Проведенное фотографирование рабочего дня мастера показало, что 3,5—4 часа его рабочего времени тратится непроизводительно (см. таблицу).

Изменение баланса полезного времени мастера при новой структуре управления

До реорганизации	Время в час.	После реорганизации	Время в час.
А. Непроизводительная работа		А. Малопроизводительная работа	
Обеспечение деталями и доставка их к рабочим местам	1,0	Обеспечение загрузки рабочих мест	0,5
Оформление требований на материалы и накладных по сдаче готовых деталей	0,5	Получение материалов по лимитным картам и сдача готовых деталей	—
Оформление и проверка рабочих нарядов (до 100 нарядов в день)	1,0	Составление сменных заданий	0,5
Совещания и согласования с начальником цеха, ст. мастером и др.	0,5	Совещания и согласования с начальниками цеха	—
Устранение задержек по ремонтам и обслуживанию оборудования	0,5	Устранение задержек по ремонтам и обслуживанию оборудования	—
Всего	3,5—4,0	Всего	1,0
Б. Производительная работа		Б. Производительная работа	
Руководство на рабочих местах, инструктаж рабочих	—	Инструктаж рабочих	—
		Передача передового опыта	—
		Контроль за качеством выпускаемой продукции	—
		Наблюдение за технологическим процессом и его улучшение	—
		Контроль технической подготовки производства	—
Всего	4,0—4,5	Всего	7,0

Для устранения такого положения были разработаны и осуществлены следующие организационно-технические мероприятия.

1. Перед всеми участками созданы промежуточные склады деталей и полуфабрикатов (так называемые «питатели»), подчиненные ППО завода. В резуль-

тате мастеру не нужно ходить на участки, поставляющие детали. Склады расположены таким образом, что он может проверить обеспеченность деталями сменного задания, не затрачивая на это много времени. (За обеспечением деталями следит диспетчерская группа ППО.) Перед началом работы работники складов готовят и комплектуют детали на сменное задание. Выдача деталей отмечается в комплектовочном требовании, передаваемом ППО в склад и мастеру перед началом месяца (форма 1) *.

Форма 1

Комплектовочное требование № _____
на выдачу деталей участку № 4 на программу
декабря 1957 г. со склада № 1

№ по пор.	№ детали	Наименование детали	Количество на издле	Всего	Остаток на программу	Остаток на участке	К выдаче	Отметка о выдаче				Выпуск	Остаток
								количество деталей**	подпись	количество деталей**	подпись		
		Изделие 314											
1	85/15	Корпус	1	8000	1424	6576							
2	967/14	Корпус	1	2000	246	1754							

** Указывается нарастающим итогом.

2. Отменена выписка требований на материалы. Материалы получают на основании лимитной карты ППО (форма 2). По окончании месяца заполненная лимитная карта направляется в ППО, где учитывается количество выданного материала и изготовленных деталей, а оттуда — в бухгалтерию, где израсходованные материалы разносятся по соответствующим заказам.

3. Рабочие наряды заменены «сменным заданием и рапортом выработки» (форма 3). «Сменное задание» — это единственный документ, который выписывает мастер (совместно с диспетчером). Оно выписывается на основании месячного плана и оперативных диспетчерских указаний. Согласно этому заданию заранее ведутся все работы по обеспечению смены необходимыми материалами, заготовками, полуфабрикатами, технологической оснасткой и инструментом. Сменное задание служит планом работ смены, бригаде и отдельным рабочим. Оно хранится на столе мастера и с ним знакомятся все рабочие группы. Кроме того, сменное задание заменяет рапорт контролера и рабочие наряды. В нем браковщик участка отмечает количество принятых деталей, а закрепленный за участком счетовод бухгалтерии рассчитывает заработную плату. В конце дня отработанное сменное задание подписывается мастером, браковщиком и счетоводом и передается в бухгалтерию. На участке группы вывешивается сводка

* НИАТ разработаны типовые формы всех указанных ниже документов применительно к условиям авиационной промышленности.

Форма 2

Лимитная карта

участку № _____ на получение _____ со склада № _____ на _____ месяц 195__ г.

№ по пор.	Наименование детали	№ заказа	№ детали	Наименование материала	Марка материала или ГОСТ	Размер материала	Количество деталей по плану	Единица измерения	Норма на деталь	Всего на программу	Получено	Всего получено	Расписка в получении	Цена	Сумма
1	Корпус	275	275/15	Стальной лист х/к	ИВГ-08-Б	1,5	3500	кг	0,74	2590					
2	Накладка	275	275/14	То же	IV-H-03-B	2,0	6000	кг	0,198	1088					

Форма 3

Сменное задание и рапорт выработки № _____

Смена мастера _____ Контролер _____ за _____ 195__ г.

№ заказа	Шифр детали	Наименование детали	№ и краткое наименование операции	Количество деталей, поступивших в работу	Фамилии и табельные номера рабочих	Разряд работы	Норма на 100 шт.		Принято		К оплате	
							время час.— мин.	расценок руб.— коп.	год. ных	брак	норма времени	сумма руб.— коп.
	361	Корпус	2) Приварка ромбиков	1000	Иванова 287	4	2—18	5—27				
	1241	Сетка	3) П/сварка	1100	Абрамова 265	4	1—08	2—53				

заработка рабочих за день. Таким образом, вместо 12 тыс. нарядов сейчас в бухгалтерию передается лишь 600 сменных заданий в месяц.

Это мероприятие не только разгрузило мастеров от излишней канцелярской работы по оформлению большого количества нарядов, но сделало четким распределение работы, контроль ее выполнения на участке, дало мастерам наглядную информацию о сменной выработке и заработке рабочих группы, а также позволило значительно сократить счетный персонал.

4. Ликвидированы накладные на сдачу деталей и сводки о сдаче деталей. Сдача деталей осуществляется по сопроводительному ярлыку, в котором указаны № чертежа, количество и участок-потребитель. Ярлык подписывается контролером.

5. Разработана и внедрена система оплаты труда ремонтных рабочих, стимулирующая уменьшение простоев оборудования. Мастер получает от ППО план, в котором указаны сроки остановки оборудования на ремонт и лимит максимально допустимого простоя. Сокращение этого лимита дает право на получение повышенной премии. Данные же о количестве часов простоя подписывает мастер. Таким образом, работники ремонтной бригады, закрепленной за производственной группой, сами приходят к мастеру и узнают, что надо отремонтировать, так как они материально заинтересованы в уменьшении простоев оборудования. Кроме того, экономится время мастера, которое раньше затрачивалось на вызов ремонтных рабочих.

С переходом на бесцеховую структуру весь обслуживающий цеховой персонал был ликвидирован, а текущее обслуживание возложено на общезаводские функциональные отделы.

Так, например, планово-производственный отдел разрабатывает детальные производственные планы для каждого мастера, а также занимается своевременным комплектованием и выдачей рабочим деталей и полуфабрикатов; отдел главного механика обеспечивает ремонт оборудования и его текущее обслуживание; инструментальная группа ОГТ снабжает участки нормализованным инструментом и приспособлениями; отдел труда и зарплаты нормирует процессы, доводит до мастера трудовые показатели и т. д.

У мастера на участке остается только диспетчер или подготовитель (иногда ограничиваются одним диспетчером на несколько участков), браковщики и необходимое количество транспортных рабочих. Таким образом, мастер руководит участком в порядке единоначалия, без управленческого аппарата (схема 3).

Всего на заводе было организовано 9 специализированных участков с замкнутым технологическим циклом. Кроме того, создано 5 вспомогательных участков. Следует отметить, что количество участков и их состав могут меняться в зависимости от требований, которые в данный момент предъявляются к производству.

Проведенная перестройка позволила разгрузить мастеров от непроизводительной работы; сейчас у

Схема 3

Форма 4

СТРУКТУРА

организации слесарно-сварочного участка № 3



них остается до 7 час. в день для инструктажа рабочих, непосредственного наблюдения за трудовым процессом, усовершенствования технологии. В результате этого почти вдвое увеличилось количество рабочих, приходящееся на одного мастера, и значительная часть мастеров перешла на обслуживание обеих смен. Руководство двумя сменами осуществляется следующим образом.

По представлению мастеров лучшие производственники оформляются приказом по заводу как сменные неосвобожденные бригадиры. Перед началом второй смены бригадир получает от мастера сменное задание, обеспеченное всем необходимым, согласно которому он и контролирует работу второй смены. За его выполнение мастер выплачивает бригадиру (по специальной шкале, утверждаемой дирекцией завода) 8—15 руб., в зависимости от значимости участка и количества рабочих в смене.

План, по которому работает мастер, составляется отделами заводууправления, komponуется ППО и выдается ему не позднее 25-го числа каждого месяца. План состоит из 14 показателей, указанных в форме 4, и имеет пять приложений (не считая комплектовочного требования по форме 1).

Приложение 1 (форма 5) — план участку — содержит номенклатуру и количество деталей, подлежащих изготовлению в планируемом месяце, трудоемкость и заработную плату по видам работ. Этот план составляется путем выборки из общей подетальной ведомости планирования запуска и производственных заделов ППО.

Приложение 2 (см. форму 2) — лимитная карта на получение материалов и полуфабрикатов на программу.

В приложении 3 приводится перечень организационно-технических мероприятий, подлежащих внедрению, который составляется технологом, закрепленным за участком.

В приложении 4 указаны сроки остановки оборудования для ремонта и лимит простоя в часах.

Приложение 5 содержит лимит расхода инструмента за месяц.

Для осуществления перехода на бесцеховую структуру управления на заводе были перестроены технологическая схема прохождения деталей и расстановка оборудования, механизирован внутрицеховой и межцеховой транспорт деталей (созданы ленточные

План-отчет

мастера тов. Дубровского Л. Е.
участка № 1 (штамповочно-заготовительного)
на декабрь месяц 1957 г.

№ по пор.	Наименование показателей	Единица измерения	План	Фактическое выполнение	%
1	Объем производства (в единицах трудоемкости)	н/час.	12068		
2	Суточный выпуск продукции	н/час.	482		
3	Номенклатурный план работ	н/час.	—*		
4	Расход материалов и полуфабрикатов	тыс. руб.	126,0		
5	Общая численность рабочих	чел.	69		
	ИТР и служащих	"	3		
	учеников	"	5		
6	Фонд зарплаты всех работающих рабочих	тыс. руб.	54,9		
	в том числе нормированная	"	49,2**		
	зарплата ИТР и служащих	"	25,3		
7	Средняя зарплата рабочих	руб.	3,7		
8	Выработка на одного рабочего (со вспомогательными)	н/час.	806		
	Выработка на одного сдельщика	"	198*		
9	Количество организационно-технических мероприятий	—	5		
	Снижение трудоемкости от их внедрения	час.	1000		
10	Подача рационализаторских предложений	—	2		
	Внедрение рационализаторских предложений	—	1		
11	Эффективность от внедрения	тыс. руб.	4,0		
	Ремонт оборудования:				
	а) капитальный	един.	—		
	б) средний	"	2		
	Простой	час.	90		
11а	Расход инструмента	тыс. руб.	0,25		
12	Передача передового опыта	чел.	10		
	Количество случаев возврата некачественной продукции	—	—		
13	ОТК завода				
14	Фонд мастера для премирования рабочих	тыс. руб.	0,5		

Нач. ППО

Нач. ОТЗ

* См. форму 5

** Фонд зарплаты рабочих (в тыс. руб.)

А. Производственные рабочие (37 чел.)

1) По нормам	25,3
2) Доплаты по прогрессивке	1,5
3) Фонд мастера	0,5
4) Доплаты за ночное и сверхурочное время	0,1
5) Оплата очередных отпусков и компенсаций	1,2
6) Доплаты за отклонения от нормальных условий работы	0,3
7) Прочие доплаты	0,5

Всего . . . 29,4

Б. Вспомогательные рабочие (24 чел.) . . . 19,8

Итого . . . 49,2

Форма 5

План участку № 1 на декабрь 1957 г.

№ по пор.	№ заказа	Наименование детали	№ детали	Количество деталей по плану	Резка на прессах		Давильные работы		Заработная плата, руб.—коп.		Выпуск по пятидневкам					
					норма на 100 шт.	программа в час.	норма на 100 шт.	программа в час.	за 100 шт.	на программу	I	II	III	IV	V	VI
1	275	Узел корпуса	275/2	2500	0,8	20,0	—	—	1—56	39—00	—	—	1000	—	1000	500
2	275	Накладка	275/14	6000	0,73	43,0	—	—	1—34	80—40	—	—	—	—	—	—
3	275	Корпус	275/15	3500	4,74	165,9	—	—	8—24	288—40	1000	500	500	500	500	500
4	360	Корпус	360/13	2000	3,65	73,0	10,0	200,0	30—20	604—00	—	—	—	1000	—	1000

транспортёры, построены подъёмники), организованы дополнительные кладовые деталей на производственных участках, облегчены условия труда (улучшены освещение и вентиляция, отремонтированы полы и т. д.).

В результате ликвидации цехов и перестройки управления за один год штат ИТР и служащих аппарата управления был сокращен в целом на 33% (на производстве — на 50%, в заводоуправлении — на 10%). За счет этого были усилены технические службы завода. Так, например, вдвое увеличилось число конструкторов, что создало благоприятные условия для успешного освоения новых изделий, улучшения проектирования и изготовления оснастки. Совершенствование техники сказалось на росте производительности труда, выработка рабочих значительно повысилась.

Выводы

Мероприятия, проведенные на заводе светотехнических изделий, коренным образом изменили положение мастера на производстве, значительно подняли его авторитет в коллективе и создали предпосылки для того, чтобы он самостоятельно и успешно руководил ходом производственного процесса на участке.

Такие или аналогичные мероприятия (за исключением ликвидации цехов), которые повышают роль мастера, можно провести на любом заводе, независимо от масштаба и характера производства. Следует подчеркнуть, что важнейшим условием повышения роли и значения мастера, как командира производства, является тщательный подбор кадров мастеров.

Что касается перехода на бесцеховую систему управления производством, то в условиях данного завода она полностью себя оправдала и может быть рекомендована для внедрения на заводах такого же масштаба и профиля производства.

На крупных заводах, выпускающих сложные многодетальные изделия, ликвидация цехов не всегда целесообразна, а иногда и практически неосуществима. В таких случаях возможны другие пути упрощения управления производством (например, укрупнение цехов и участков, создание корпусной системы обслуживания, выделение отдельных видов производства в самостоятельные службы и т. д.). Однако и в этих случаях отношения между мастером и начальником цеха или корпуса могут строиться примерно таким же образом, как на заводе светотехнических изделий между мастером и директором завода.

На заводе проделана значительная работа по упрощению и сокращению первичной, плановой и учетной документации, улучшению системы планирования и учета производства и т. д.

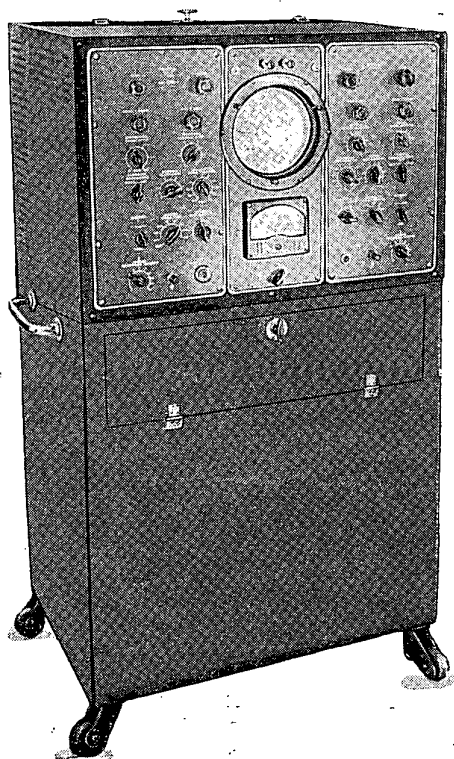
Конечно, нельзя считать, что исчерпаны все возможности. Даже после проведения указанных ранее мероприятий имеются еще неиспользованные резервы; например, в области учета: не внедрен нормативный метод, слаба механизация и т. д.

Использование описанного в статье опыта может помочь заводам осуществить дальнейшее упрощение и улучшение управления производством. Однако этот опыт должен переноситься творчески, с учетом конкретных условий каждого завода.

В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Двухлучевой электронный скоростной осциллограф ДЭСО-1

В. И. ТЕРЕМОВ



Осциллограф ДЭСО-1.

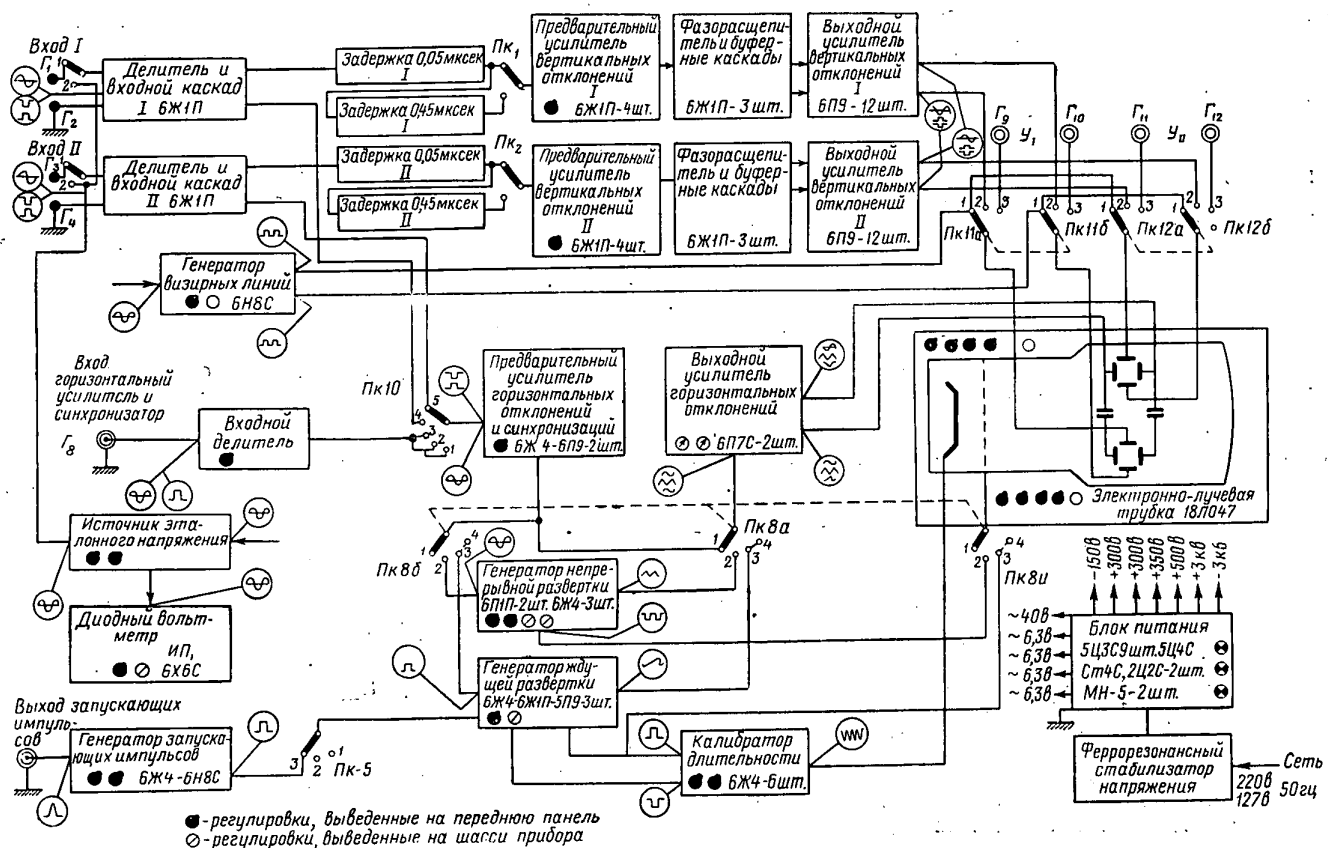
Осциллограф ДЭСО-1 (см. фигуру в начале статьи) предназначен для точных лабораторных исследований периодических и импульсных процессов. Он обеспечивает наблюдение за периодическими колебаниями в широком диапазоне частот, формами импульсов малой и средней длительности, измерение амплитуды и длительности исследуемых импульсов, наблюдение и фотографирование двух исследуемых процессов одновременно.

Основными блоками осциллографа (фиг. 1) являются: два канала усиления вертикального отклонения и один горизонтального отклонения, генераторы непрерывной и ждущей разверток, калибратор длительности импульсов, генератор запускающих импульсов, измеритель амплитуды исследуемых импульсов, двухлучевая катодная трубка со схемой управления, блок питания со стабилизатором и узлы, согласующие работу основных блоков.

Назначение отдельных узлов и блоков осциллографа и их взаимодействие состоит в следующем: прибор имеет два одинаковых канала усиления, предназначенных для вертикального отклонения луча на заданную величину.

Вход усилителя вертикального отклонения начинается выносным входным каскадом, работающим по схеме катодного повторителя, откуда сигнал поступает на линии задержки. При включении одной линии обеспечивается задержка исследуемого сигнала на 0,05 мксек, при последовательном включении двух линий — на 0,5 мксек. Задержанный сигнал через согласующий буферный каскад с плавной регулировкой усиления на входе поступает на вход предварительного усилителя вертикального отклонения. Последний собран по схеме усиления на бегущей волне. С выхода этого усилителя сигнал поступает для дальнейшего усиления в конечный выходной каскад. Выходной усилитель собран по двухтактной схеме, работающей также по принципу усиления на бегущей волне. Переход от однотактного предварительного усилителя к двухтактному выходному усилителю осуществляется с помощью фазорасшипителя и буферных каскадов. С выхода конечного усилителя сигнал поступает на вертикально-отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки. Два переключателя соединяют эти пластины трубки с выходом усилителей вертикального отклонения или с гнездами У-1-1, или с входом генератора визирных линий.

Усилитель горизонтального отклонения служит для усиления входного сигнала и напряжения раз-



Фиг. 1. Функциональная схема прибора.

верток. Он содержит ступенчатый входной делитель, предварительный усилитель с плавной регулировкой усиления и выходной паразитный усилитель.

В приборе имеется две самостоятельные схемы развертки — непрерывная и ждущая. Пилообразное напряжение разверток усиливается выходным усилителем горизонтального отклонения и поступает на горизонтально-отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки. Синхронизация разверток осуществляется с помощью предварительного усилителя от внешнего источника, подключенного ко входу усилителя горизонтального отклонения, или от исследуемого сигнала, поступающего от входного каскада усилителя вертикального отклонения. Генератор непрерывной развертки, кроме пилообразного напряжения, генерирует также прямоугольные, отрицательные импульсы, служащие для гашения луча в момент обратного хода. Непрерывная развертка имеет ступенчатую и плавную регулировку частоты. Генератор ждущей развертки выдает прямоугольные импульсы положительной и отрицательной полярности для запуска калибратора длительности. Положительный импульс поступает также на сетку электронно-лучевой трубки для подсвета луча на время прямого его хода. Ждущая развертка имеет 11 поддиапазонов длительности.

Калибратор длительности дает импульсы синусоидальных колебаний высокой частоты на время пря-

мого хода развертки, которые поступают на катод электронно-лучевой трубки и модулируют оба луча по яркости. Вследствие этого на экране трубки на линии развертки получаются метки яркости, которые используются как масштаб времени. Генератор запускающих импульсов предназначен для запуска внешних устройств и генератора ждущей развертки. Он может работать в режиме самозапуска, когда частота следования запускающих импульсов плавно регулируется. В режиме внешнего запуска генератор начинает работать от внешнего источника с помощью генератора ждущей развертки.

Амплитуда запускающих импульсов, снимаемых с гнезда, плавно регулируется. Источник эталонного напряжения вместе с диодным вольтметром служит для определения амплитуды исследуемых импульсов путем сравнения изображений входного сигнала и эталонного напряжения на экране электронно-лучевой трубки. Источник эталонного напряжения дает (ступенчато и плавно) регулируемое по амплитуде синусоидальное напряжение частотой 50 гц, которое измеряется точным диодным вольтметром.

Для уменьшения погрешности, вызываемой возможным изменением угла отсчета при сравнении амплитуды исследуемого импульса с амплитудой эталонного напряжения, применяются вспомогательные визирные линии. Эти линии возникают на экране электронно-лучевой трубки в результате подачи

на вторые, не используемые, вертикальные пластины трубки прямоугольного напряжения низкой частоты от специального генератора. Расстояние между линиями регулируется изменением величины входного напряжения генератора визирных линий.

Блок питания, обслуживающий все блоки и узлы прибора, содержит шесть выпрямителей, стабилизирующих феррорезонансным стабилизатором.

Техническая характеристика осциллографа

1. Независимые усилители вертикального отклонения для обоих лучей имеют полосу пропускания частот от 30 гц до 60 мкгц. Тракт усилителей обеспечивает неискаженную величину изображения исследуемых импульсов на экране электронно-лучевой трубки на расстоянии не менее 15 мм в каждую сторону от средней оси при входных напряжениях 0,5—250 в. Неравномерность частотной характеристики не превышает $\pm 3\%$.

2. Импульсы с временем нарастания и спада фронтов не более 0,01 мксек воспроизводятся усилителями с временем нарастания и спада не более 0,015 мксек при выбросах, не превышающих 10% от их амплитуды.

3. В усилителях предусмотрена задержка исследуемого сигнала относительно начала развертки на 0,05 и 0,5 мксек.

4. Входное сопротивление усилителей — не менее 0,5 мгом. Входные емкости каскадов в разных положениях делителей 9—17 мкмкф.

5. Ждущая развертка имеет 11 фиксированных поддиапазонов длительностей в пределах 0,3—1000 мксек при длине развертки на экране 100 мм, а непрерывная развертка — плавное перекрытие частот от 10 гц до 1 мкгц.

6. Синхронизация разверток осуществляется исследуемым сигналом и от внешнего источника напряжения, но не менее 0,5 в.

7. В осциллографе предусмотрены генератор запуска ждущей развертки с выдачей синхронизирующего импульса для запуска внешних устройств и возможность внешнего включения генератора запускающих импульсов.

8. Усилитель горизонтального отклонения луча имеет полосу пропускания частот от 20 гц до 7 мкгц и коэффициент усиления около 100, с подачей на вход напряжения 1—100 в. Он обеспечивает ступенчатую и плавную регулировку усилителя и изменение величины изображения сигнала от 5 до 60 мм.

9. Осциллографом можно измерять абсолютные значения напряжения исследуемого импульса с погрешностью не более 10%.

10. Длительность исследуемых импульсов и задержка импульсов измеряются наложением калиброванных меток, лежащих через 0,01; 0,05; 0,2; 1,0; 5 и 25 мксек, при погрешности не более 3%.

11. Прибор питается от сети переменного тока 50 гц и напряжением 127 и 220 в.

12. Габаритные размеры прибора 740×1340××560 мм.

Новая охлаждающая жидкость для механической обработки металлов

Ю. А. КРЫНИЦКИЙ

До последнего времени основными охлаждающими жидкостями, применяемыми при механической обработке черных и цветных металлов, являлись эмульсии.

Состав эмульсий различен, в зависимости от материала и технологических условий его обработки. В них входят жировые вещества, такие, как веретенное масло и эмульсолы. Эмульсии подобного состава имеют хорошие антикоррозионные и смазывающе-охлаждающие свойства при обработке металлов, применяемых в общем машиностроении.

Отдельные отрасли промышленности начинают все шире использовать в конструкциях машин специальные стали и сплавы, обладающие наряду с высокими механическими свойствами жаростойкостью и жаропрочностью. Обработка таких сталей, например, аустенитного класса, сопряжена с трудностями, которые объясняются в одном случае их адгезионными свойствами, в другом — механиче-

скими. Указанные материалы обычно обрабатываются инструментом из быстрорежущих сталей Р9 или Р18.

Для полного использования свойств быстрорежущего инструмента применяются различные смазочно-охлаждающие жидкости.

При обработке трехсторонней торцовой фрезой детали из сплава ЖС6 со скоростью резания 8 м/мин и применением обычной эмульсии стойкость фрезы была очень низкой (не превышала 6—8 мин). Поэтому на заводе проведены опытные работы по повышению стойкости инструмента. Исследования велись в двух направлениях:

- а) улучшение геометрии инструмента;
- б) подбор эффективной смазочно-охлаждающей жидкости.

После ряда опытов геометрию зуба фрезы изменили: передний угол был принят равным 2°, а задний — 10°.

Из охлаждающих жидкостей наилучшие результаты показала жидкость следующего состава:

Гидрат окиси бария	1%
Нитрит натрия	0,5%
Вода	98,5%

Эта жидкость не оказывает коррозионного воздействия на детали станка, обладает хорошей охлаждающей способностью, а также отличается простотой приготовления и умеренной стоимостью.

Ее составляющие растворяются в воде комнатной

температуры при непрерывном помешивании. Наличие осадка в растворе указывает на некачественность гидрата окиси бария. Тонна раствора стоит 110 руб. против 100 руб. за такое же количество эмульсии обычного состава.

Улучшение геометрии зуба фрезы и охлаждение инструмента указанной жидкостью позволили увеличить стойкость фрезы в восемь раз и достичь высокой чистоты обрабатываемых поверхностей. Охлаждающую жидкость предложенного состава можно рекомендовать для применения при обработке труднообрабатываемых сплавов и сталей.

Новый метод определения борной кислоты в никелевых электролитах

Г. Н. РОЗИН

Существующий метод основан на том, что после двойного переосаждения и отделения никеля в виде карбоната и нейтрализации углекислого натрия борную кислоту определяют в фильтрате алкалометрически в присутствии инвертного сахара, маннита или глицерина с индикатором фенолфталеином. Анализ длится 7—8 час.

Старший инженер лаборатории К. А. Накладова предложила усовершенствованный метод определения борной кислоты в никелевых электролитах в присутствии никеля, осажденного в виде ферроцианида никеля с индикатором фенолрот.

По новому методу анализ выполняется следующим образом. В колбочку емкостью 100 мл отбирают пипеткой 1 мл профильтрованного электролита, добавляют 10 мл дистиллированной воды, 5—6 мл насыщенного раствора ферроцианида калия и 10 капель индикатора фенолрот. Раствор взбалтывают и медленно титруют 0,1 н раствором едкого натра до перехода светлозеленого цвета осадка в

фиолетово-голубой. Записывают расход щелочи, затем прибавляют 5—6 мл водного раствора глицерина (2:1), взбалтывают и вновь титруют 0,1 н раствором едкого натра до получения осадка устойчивого фиолетово-голубого цвета. Снова записывают расход щелочи. Содержание борной кислоты в электролите (в г/л) составляет $0,00618 \times A \times 1000$, где A — разность расхода 0,1 н раствора едкого натра между вторым и первым титрованием в мл. Длительность анализа 10—15 мин. Исключаются операции переосаждения, фильтрации, промывки углекислого никеля, а также применение углекислого натрия, соляной кислоты и нагревательных приборов.

Предложенный метод, не уступая существующему в точности, имеет большие преимущества по скорости и простоте; его можно также применять при определении борной кислоты в цинковых электролитах.

От редакции

В журнале были опубликованы статьи В. И. Межеричкого «Выбор технических условий и допусков на изготовление пера лопаток газовой турбины» (№ 2 за 1956 г.) и С. З. Копелева и Я. Л. Фогеля «О рациональном выборе допусков при производстве лопаток газовых турбин» (№ 9 за 1957 г.), в которой критиковались отдельные положения статьи т. Межеричкого. В редакцию поступило письмо т. Межеричкого с возражениями по поводу этих замечаний. Ввиду того, что обсуждение

проблемы установления рациональных допусков на изготовление пера лопаток приняло полемический характер и не затрагивает основной направленности указанных статей, редакция считает нецелесообразным дальнейшее опубликование материалов по этому вопросу, тем более, что отдельные, вызвавшие полемику неясности будут уточнены при разработке этой проблемы НИИТ совместно с ОКБ.

ЗАВОДСКОЙ ОПЫТ

Сборная плавающая матрица для электровысадочного автомата

Для высокопроизводительной и экономичной высадки головок крепежных болтов в промышленности за последние годы находит применение электровысадочный автомат В50-П50, конструкция которого разработана на одном из заводов. Ответственными деталями автомата являются матрица и пуансон.

При использовании автомата для изготовления головок болтов из нержавеющей и жаропрочных сталей были выявлены недостатки в существующей конструкции матрицы и пуансона. Матрица для головки болта имеет постоянную форму и в процессе высадки не совершает поступательного движения. В результате этого, например, высадка в ней головки болта диаметром 15 мм с лысками $s=11$ мм совершенно невозможна, а для высадки шестигранных головок приходится применять заготовки с жесткими допусками на длину — около $\pm 0,2$ мм. Колебание длины даже в пределах допуска приводит к неполному заполнению матрицы. Вследствие этого форма головки болта не выдерживается. Радиус сопряжения нерабочего торца головки с гранями получается равным 0—0,8 мм, в то время как по чертежу требуется радиус 1—1,5 мм.

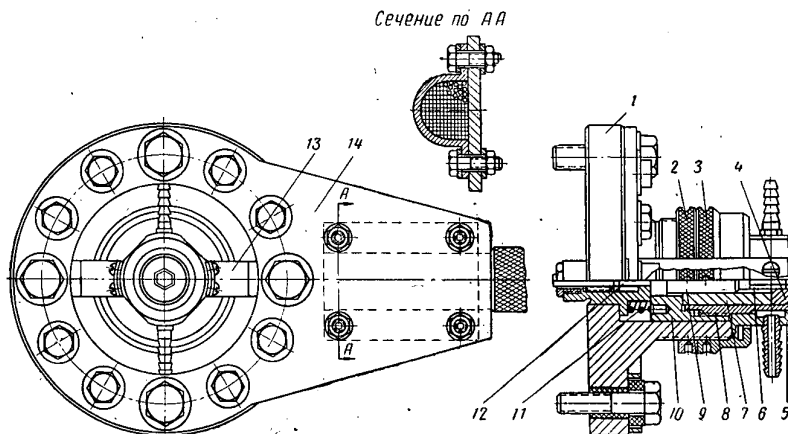
Радиус сопряжения рабочего торца с гранями составляет 1,5—2,5 мм, а по чертежу он равен 0,3—0,8 мм. Допуск на длину не исключается, но удорожает изготовление заготовок. Кроме того, при старой конструкции между гранями головки болта и матрицей в процессе выталкивания болта возникают большие силы трения. Это создает тяжелые условия работы для механизма подачи.

Предложенная сборная плавающая матрица (фиг. 1) не имеет перечисленных выше недостатков и позволяет успешно использовать электровысадочный автомат для изготовления заготовок болтов с головками различной формы не только из обычных конструкционных, но и нержавеющей и жаропрочных сталей.

Матрица имеет плавающую кассету, которую всегда можно заменить,

не снимая корпуса 1. Для замены матрицы и выталкивателя свинчивают контргайку 2 и регулировочную гайку 3 с ходовой посадкой резьбы. Разъединив направляющую гайку 10 и кассету 8, можно свободно вынуть

пуансону пружиной 11, головка болта не смещается относительно оси. Это обеспечивает хорошее заполнение формы и полностью исключает образование облоя. Радиус сопряжения нерабочего торца головки с гра-



Фиг. 1. Сборная плавающая матрица.

1—корпус; 2—контргайка; 3—регулирующая гайка; 4—матрица (сталь 3ХВ8); 5—рубашка; 6—выталкиватель; 7—опорная втулка; 8—кассета; 9—промежуточный выталкиватель; 10—направляющая гайка; 11—пружина; 12—внутренний выталкиватель; 13—шунты; 14—клемма.

из кассеты опорную втулку 7 и матрицу 4. Сборку ведут в обратном порядке без какой-либо выверки.

Плавающая кассета имеет скользящую посадку в корпусе 1. Величину хода возвратно-поступательного движения кассеты под действием пружины 11 настраивают регулировочной гайкой 3.

Высадка выполняется следующим образом. Выталкиватель 6 при движении матрицы упирается в заготовку, поступившую в пуансон. Происходит нагрев и предварительное формование — конец заготовки оформляется в виде шарика. При окончательном формовании под действием высокого давления матрица упирается в пуансон, и выталкиватель начинает деформировать металл и заполнять им всю матрицу. Так как в этот момент матрица прижата к

гранями получается не совсем правильной формы, но размеры радиусов удовлетворяют требованиям чертежа. Радиусы же сопряжения граней с рабочим торцом головки равняются 0—0,5 мм, что почти соответствует условиям чертежа.

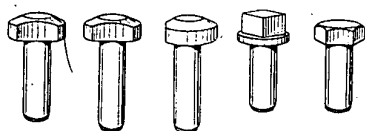
Когда траверса автомата отходит назад, пружина 11 возвращает матрицу в исходное положение; выталкиватель 12 опирается на коромысловый упор траверсы и через детали 9 и 6 выбрасывает отформованную заготовку из матрицы. Механизм подачи при этом освобождается от нагрузки, необходимой для выталкивания болта из пуансона.

Для уменьшения силы трения детали 10 омеднены (толщина слоя меди 0,1—0,12 мм), а сопрягаемая поверхность корпуса 1 цементирована до твердости $R_c=60-65$. Для из-

бежания эрозии на трущихся поверхностях корпуса 1 и гайки 10 ставят два шунта 13. Возможность регулирования длины хода матрицы при ее возвратно-поступательном движении позволяет проводить безоблойную высадку головок любой формы (шестигранной, круглой с лысками, четырехгранной). Доработка головки болта не требуется.

Примером сложной формы головки болтов, которые не могли быть получены на электровысадочном автомате В50-П50 при применении матриц старой конструкции, является круглая головка с лысками и шестигранная головка с буртом (фиг. 2).

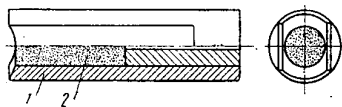
Сложность формообразования круглой головки болта с лысками заключается в том, что она имеет две различные плоскости симметрии. В этом случае в начале формообразования металл приобретает форму шарика до тех пор, пока не коснется



Фиг. 2. Болты с головками сложной формы, высаживаемые на автомате с помощью сборной плавающей матрицы.

сторон матрицы, образующих лыски. В дальнейшем металл стремится выйти за пределы матрицы, но вследствие того, что матрица к этому времени под действием пружины 11 уже встретилась с пуансоном и выход из нее закрыт, металл вынужден под высоким давлением заполнять

требуемую форму. В данном случае выталкиватель несет значительно большую нагрузку, чем при формовании шестигранной головки, так как кроме усилия деформации ему приходится преодолевать трение металла о стенки матрицы, образующие лыски. На фиг. 3 показан выталкиватель усиленной конструкции.



Фиг. 3. Выталкиватель усиленной конструкции для высадки круглой головки с лысками.

1—рубашка; 2—сердечник.

Выталкиватель имеет рубашку 1, омедненную по наружной поверхности (слой меди толщиной 0,1—0,12 мм). Слой меди предохраняет выталкиватель и матрицу от надиров, возникающих при трении однородных металлов.

Сердечник 2 изготавливают из твердого сплава ВК15, который не теряет прочности до 1100°C при высоких давлениях. Фаска на выталкивателе предусматривается для создания надежного профиля головки и для образования наилучших радиусов сопряжения боковых поверхностей головки и рабочих торцов.

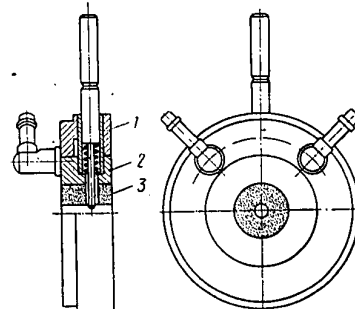
Сложность формообразования шестигранной головки с буртиком заключается в наличии различных сечений в осевом направлении. Выталкиватель изготавливается полностью из твердого сплава ВК15.

Пуансон (фиг. 4) состоит из корпуса 1 с канавками для охлажда-

ющей жидкости, обоймы 2 и вставки 3 из твердого сплава ВК15. Матрица и пуансон охлаждаются водой. Стойкость деталей узла различна.

Таким образом, применение сборной плавающей матрицы обеспечивает:

- а) расширение области использования автомата В50-П50 и надежность его работы;
- б) безоблойную высадку головок болтов любой формы, не требующую механической доработки;
- в) высадку головок болтов из нержавеющей и жаропрочных сталей;



Фиг. 4. Пуансон новой конструкции.

1—корпус; 2—обойма; 3—вставка.

г) получение головок в соответствии с требованиями чертежа; при этом исключается влияние длины заготовки на геометрию головки;

д) быструю смену матрицы без выверки;

е) надежную работу механизма подачи.

Н. М. Громов

Получение прочной керамической пленки при литье по выплавляемым моделям

Качество отливок при литье по выплавляемым моделям в большой степени зависит от керамического покрытия, наносимого на модель. По статистическим данным за длительный период, в серийном производстве брак из-за низкого качества керамической пленки доходит до 80% от общего количества брака.

На заводе разработан процесс получения качественной керамической пленки, который дал возможность резко сократить брак деталей на окончательных операциях. Необходимо отметить, что в технологии отливки деталей по выплавляемым моделям существует тесная связь между режимами отдельных операций и внешними факторами, обуславливающими эти режимы. Правильный подбор и регулирование режимов операций способствуют значительно снижению брака.

До настоящего времени лучшим связующим материалом для керамического покрытия является этиловый эфир ортокремниевой кислоты, или

этилсиликат. Есть и другие связующие, которые находят все более широкое применение. Например, на многих предприятиях используют жидкое стекло. Но покрытие на жидком стекле значительно уступает по огнеупорности покрытию на этилсиликате; поэтому для жаропрочных сплавов применение его пока ограничено.

Этилсиликат применяется в гидролизованном виде. Сущность его гидролиза заключается в том, что в исходный этилсиликат ($C_2H_5O)_2Si$ добавляют определенное количество воды и других реагентов с целью получения высокополимерного соединения кремнекислоты в коллоидальном состоянии, не допуская выпадения SiO_2 из жидкого состояния в осадок в виде кристаллов или геля.

Для создания стабильности в процессе гидролиза берется определенное соотношение между SiO_2 в гидролизованном этилсиликате, добавкой воды и другими реагентами. На поставляемый химической про-

мышленностью этилсиликат с содержанием 30—34% SiO_2 на заводе установлена дозировка воды 0,6—1,0 моля на 1 моль SiO_2 и 0,15—0,25% соляной кислоты в гидролизованном этилсиликате.

Оптимальными условиями для получения пленки являются: температура окружающей среды 17—22°C, относительная влажность воздуха в помещении не ниже 30% при десятикратном воздухообмене. В зимнее время помещения следует отоплять калориферами. Воздух можно увлажнять паром из тепловой магистрали. В летнее время в калорифер приточной вентиляционной системы нужно пускать проточную воду для охлаждения поступающего воздуха.

На свойства керамической пленки большое влияние оказывает содержание SiO_2 в гидролизованном этилсиликате. В большинстве случаев оно принимается в пределах 18—22%. Такое высокое содержание SiO_2 несколько упрощает технологический процесс, так как снижаются требо-

вания к окраске моделей, сушке керамической пленки и прокатке форм. Но одновременно пленка становится очень хрупкой. Кроме того, учитывая высокую стоимость этилсиликата и его дефицитность, целесообразно снизить концентрацию SiO_2 до 12—15%, что дает экономию этилсиликата на 25—30%.

Для покрытия также применяются маршалит и кварцевый песок. Маршалит в основном придает покрытию огнеупорность и обеспечивает высокую чистоту поверхности детали. Он должен содержать не менее 98% SiO_2 и минимальное количество примесей, так как они снижают температуру плавления маршалита и приводят к оплавлению покрытия при соприкосновении его с металлом.

Маршалит в состоянии поставки содержит от 0,1 до 0,8% CaO , и поэтому для уменьшения его количества до 0,2% необходима трех-, четырехкратная промывка. Соляная кислота, добавленная в воду в количестве 0,05%, ускоряет и улучшает качество промывки, так как переводит щелочные соединения в хлористые соли, хорошо растворимые в воде. В этом случае достаточно одной-двух промывок.

Песок для присыпки моделей, окрашенных суспензией, также необходимо промывать, так как аналогичные примеси в песке снижают прочность керамической пленки. Достаточно однократная промывка, поскольку соприкосновение песка с этилсиликатом значительно меньше. Для удаления из пленки веществ, которые при 900—950°С превращаются в газообразные продукты, формы прокаливают при 950°С в течение 5—7 час.

Поставляемый маршалит имеет 10—15% фракций крупнее 200 меш. Эти фракции быстро оседают на дно сосуда с краской плотным, трудно подающимся перемешиванию слоем; смесь обедняется маршалитом, нару-

шается ее оптимальный состав, что также приводит к растрескиванию покрытия. Поэтому маршалит нужно просеивать через сито не менее 250 меш, особенно для первого слоя покрытия, так как он мало насыщен кварцевым песком, сглаживающим влияние недостаточности маршалита. Кроме того, зернистость имеет прямое влияние на чистоту поверхности отливки: чем мельче маршалит, тем чище поверхность отливки. Просеивание через сито более чем 250 меш затруднительно и приводит к большому количеству отходов. Краска для покрытия моделей состоит в основном из гидролизованного этилсиликата и маршалита и существенно влияет на качество покрытия.

Приготовленная краска должна сохранять свои свойства на весь период окраски. Для этого желательно иметь сосуды с устройством для постоянного ее перемешивания. Если таких устройств нет, перемешивать нужно вручную, через 10—15 мин.

Погружение моделей в краску, распределение ее и подсушивание проводят три раза, при этом в последний раз подсушка длится 7—8 сек. Затем модели сразу переносят под струю песка и присыпают по всей поверхности. Запоздывание приводит к тому, что песок не прилипает к краске, общая толщина покрытия уменьшается и, следовательно, прочность керамической пленки снижается. Процесс естественной сушки и изменений, происходящих в пленке, продолжается 20—24 час. Для ускорения применяется сушка в среде газообразного аммиака. В этом случае сушка выполняется таким образом: для первого слоя — 16—20 час. на воздухе и 15—30 мин. в аммиачной среде; для второго и последующих слоев — 2 часа на воздухе и 45—60 мин. в аммиачной среде.

Прочность сцепления покрытия с моделью, смачиваемость модели

краской, процессы дальнейшей обработки покрытых модельных комплектов и форм — все это требует учета особенностей выбранной модельной массы. Модельные массы типа парафин-стеарин хорошо смачиваются этилсиликатом, который покрывает такие модели ровным слоем, образуя чистую и ровную поверхность с лицевой стороны. Модельные массы типа КПЦ (канифоль-полистирол-церезин) смачиваются несколько хуже, и поэтому перед покрытием модели следует тщательно промыть в 60%-ном водном растворе эфирно-альдегидной фракции либо в растворе нейтрального мыла в воде.

Влияние подбора модельной массы на процент брака характеризует приведенная ниже таблица.

Брак по детали «Гильза цилиндра» в %

Месяц	При использовании модельной массы КПЦ*	Месяц	При использовании модельной массы КПЦ-1Б**
Июль	37,1	Ноябрь	3,04
Август	28,0	Декабрь	0,77
Сентябрь	31,3	Январь	1,82

* Состав: 50% канифоли, 30% полистирола, 20% церезина.

** Состав: 80% канифоли, 15% церезина, 5% парафина.

Проведение комплекса описанных выше мероприятий по совершенствованию технологического процесса и применение модельной массы КПЦ-1Б резко снизили брак деталей.

В. А. Сивов и П. Д. Гринев

Применение шлифовальных кругов с графитовым наполнителем

Лужский завод «Красный тигель» освоил изготовление шлифовальных кругов из естественного корунда и белого электрокорунда на бакелитовой связке с графитовым наполнителем. Практика использования этих кругов показала возможность получения чистоты поверхности деталей до 13-го класса с обеспечением высокого класса точности, что зависит от содержания графита в круге и продолжительности шлифования.

Несмотря на очевидное преимущество чистового шлифования с использованием этих кругов взамен ручной доводки, применение их на авиационных заводах, к сожалению, еще не получило широкого распространения.

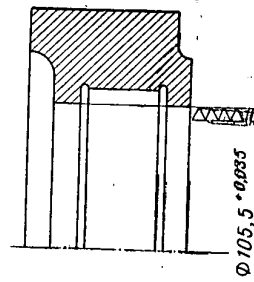
На нашем заводе чистовое шлифование проводилось кругами ГЕМ28Б формы ПП 400×40×127 мм и ПП

100×20×20 мм твердостью, соответствующей глубине лунки пескоструйного прибора 2,8 и 3,5 мм при емкости камеры прибора 5 см³. Обработке подвергались обоймы специального подшипника (фиг. 1) из стали ШХ15 твердостью $R_c = 61 \div 65$ и гладкие контрольные валики (фиг. 2) из стали 20 (с последующей цементацией) твердостью $R_c = 48 \div 62$ диаметром 4—12 мм и длиной 50—150 мм.

Обойма специального подшипника диаметром 105,5^{+0,035} мм обрабатывалась в два перехода. Предварительное шлифование до 8-го класса чистоты велось на внутришлифовальном станке фирмы Reinecher кругом ЭБ46СМ1К на обычных режимах.

Чистовое шлифование выполнялось на том же станке кругом ГЕМ28Б формы ПП 100×20×20 мм на сле-

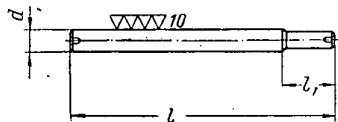
дующем режиме: скорость вращения круга 5600 об/мин; скорость враще-



Фиг. 1. Обойма специального подшипника.

ния детали 200 об/мин; скорость перемещения стола 1 м/мин; поперечная

подача 0,01 мм. Припуск под чистовое шлифование составлял 0,01—0,015 мм. Так как допуск на диаметр обоймы равен 0,035 мм, обработка проводилась в поле допуска. Чистовое шлифование на указанном зыше режиме обеспечило получение



Фиг. 2. Контрольный валик.

10-го класса чистоты при соблюдении требований чертежа в отношении точности. Время обработки для достижения 10-го класса чистоты составляло 3—5 мин.; при увеличении этого времени до 7—8 мин. была получена поверхность 12-го класса чистоты.

Чистовое шлифование осуществлялось по двум вариантам:

1) После предварительного шлифования положение детали не изменялось, а менялся только шлифовальный круг; таким образом, была сохранена первоначальная база установки детали.

2) Партия деталей шлифовалась предварительно, а затем окончательно, т. е. первоначальная база установки деталей нарушалась.

При втором варианте продолжительность установки детали значительно больше. Следует отметить, что этот вариант приемлем при наличии относительно большого допуска на диаметр (0,035 мм). Применение шлифовальных кругов с графитовым наполнителем для обработки обоймы позволило отказаться от операции

суперфиниша и значительно сократить продолжительность операции.

Контрольные валики обрабатывали на круглошлифовальном станке фирмы Reinecher на тех же самых режимах, за исключением поперечной подачи, которая равнялась 0,005 мм. Обработка велась в две операции: предварительное и окончательное шлифование; крепление — в центрах. Ранее контрольные валики, имеющие допуск на диаметр 0,005—0,008 мм и 10-й класс чистоты, доводили только вручную чугунными притирами. Производительность труда была низкой; на этом были заняты рабочие высокой квалификации.

Применение шлифовальных кругов с графитовым наполнителем позволило механизировать операцию доводки валиков при соблюдении всех технических условий чертежа. Примерное время на доводку контрольных валиков указано в таблице.

Нормы времени на доводку контрольных валиков

Диаметр d мм	Допуск на диаметр d мм	Размер l мм	Размер l_1 мм	Норма времени в мин.	
				при работе вручную с чугунным притиром	при работе с кругом с графитовым наполнителем
4	0,005	50	10	45	15
8	0,006	90	15	50	18
12	0,008	150	20	65	20

Важнейшей особенностью применения кругов с графитовым наполнителем

является необходимость обеспечения надежности и сохранения технологических баз деталей.

В случае, если нельзя сохранить надежную технологическую базу (отсутствие центровых отверстий, высокий допуск и т. д.), целесообразно не изменять установку детали, а заменить шлифовальный круг. В условиях единичного и мелкосерийного производства следует обрабатывать детали в два перехода, не меняя их установки, а в условиях серийного производства — раздельно, в две операции, обратив особое внимание на выбор технологической базы.

При использовании центровых отверстий в качестве базы необходимо обращать особое внимание на качество их поверхности. Практика показала, что шлифовальные круги с графитовым наполнителем следует править только алмазным инструментом. На нашем заводе для этого применяли алмазометаллические карандаши весом 0,5 карата. В качестве охлаждающей жидкости брали стандартную 5%-ную эмульсию. Перед установкой круга станок нужно тщательно очистить (особенно кожух круга) от абразивной пыли. Необходимо также выверить положение осей детали и круга. При чистовом шлифовании деталей типа контрольных валиков не рекомендуется полностью выводить круг с детали во избежание «завалов» на ее концах.

В настоящее время на заводе круги с графитовым наполнителем применяются на чистовом шлифовании гладких калибров-колец и идет подготовка к внедрению на операциях шлифования деталей универсально-сборочных приспособлений.

В. П. Красин и А. Н. Цейлин

Универсальная расточная головка

Механическая обработка цилиндрических и фасонных отверстий длинных крупногабаритных деталей часто не может быть осуществлена обычными способами на токарных станках. Как правило, для выполнения таких работ используют расточные станки в комплексе с громоздкими и сложными по конструкции крепежными приспособлениями и дорогостоящим режущим инструментом. Все это значительно удлинит цикл подготовки производства, повышает себестоимость изделий; кроме того, подобные способы обработки неприемлемы для индивидуального и серийного производства.

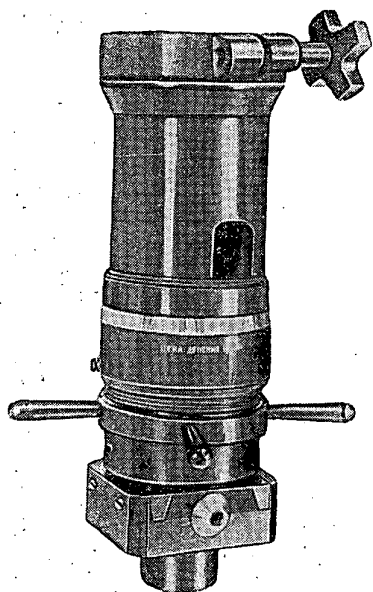
Инженер-конструктор В. И. Большаков разработал универсальную расточную головку оригинальной конструкции (фиг. 1), в которой режущий инструмент может перемещаться в радиальном направлении относительно шпинделя во время его вра-

щения. При помощи этой головки на сверлильных станках можно растачивать сквозные и глухие цилиндрические отверстия, прямоугольные и фасонные канавки и выточки, цилиндрические ручки, а также торцевать приливы и т. п. (фиг. 2). Применение расточной головки дает возможность широко использовать универсальные зажимные устройства и режущий инструмент. Головка имеет лимб для отсчета поперечных подач с точностью 0,01 мм; тем самым при растачивании отверстий отпадает необходимость в промежуточных промерах.

Расточная головка (фиг. 3) состоит из опорной втулки 8, которая жестко закрепляется на пинно сверлильного станка при помощи разрезной скобы. Конусный переходник одним концом соединяется со шпинделем станка, а резбовым хвостовиком — с подвижной частью головки.

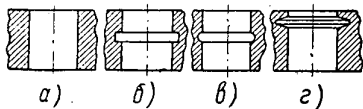
Ползун 1, в котором закрепляется расточной резец, может совершать два движения — установочное и рабочее.

Установочное движение инструмента осуществляется следующим образом: винт 3 покоится в двух опорах ползуна 1; на его резьбовую часть навинчена гайка-поводок 2, которая стопорится во втулке 5 с косыми пазами пальцем 4. При вращении винта 3 в гайке 2 ползун 1 радиально перемещается по направляющим 14, и таким образом инструмент подводится к обрабатываемой поверхности. Рабочее вращательное движение от шпинделя станка через конусный переходник и стакан 13 непосредственно передается ползуну 1 при неподвижной наружной гайке 6. Это достигается тем, что гайка 6 своим буртиком входит в кольцевой паз гайки 9 и упора 12 (кольцевой паз образуется соединением деталей 9 и



Фиг. 1. Универсальная расточная головка.

12), а гайка 9 в свою очередь жестко соединена с пинолью станка.

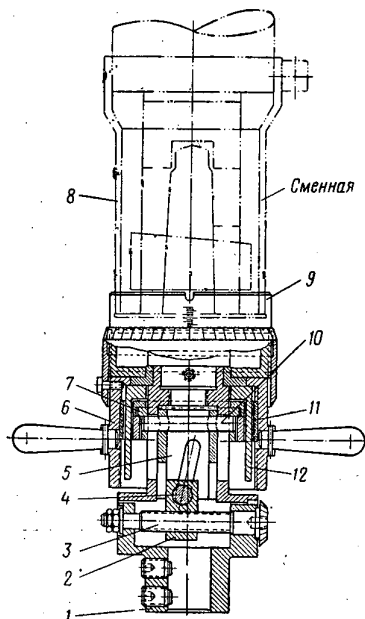


Фиг. 2. Эскизы деталей, растачиваемых с помощью универсальной головки.

а—со сквозным отверстием; б—с прямоугольной канавкой; в—с полукруглой канавкой; г—с трапециевидной канавкой.

Чтобы переместить резец в радиальном направлении на требуемое расстояние, необходимо, взявшись за рукоятки, повернуть наружную гайку 6.

При этом гайка 11, соединенная через упор 12 с наружной гайкой 9, не будет вращаться, а лишь переместится в осевом направлении. Гайка 11 увлекает за собой муфту 7, которая в свою очередь через палец



Фиг. 3. Универсальная расточная головка.

1—ползун; 2—гайка-поводок; 3—установочный винт; 4—палец; 5—втулка с косыми пазами; 6—наружная гайка с рукоятками; 7—муфта; 8—опорная втулка; 9—гайка; 10—палец; 11—промежуточная гайка; 12—упор; 13—стакан; 14—направляющие.

10 соединена с втулкой 5, имеющей косые пазы. При движении втулки 5, сопряженной с гайкой-поводком 2, перемещается по направляющим 14 подвижная система головки—происходит врезание режущего инструмента.

Универсальную расточную головку можно применять и на фрезерных станках для расточки классных отверстий. В результате внедрения головки отпадает необходимость в специальных приспособлениях повышенной точности и сложном по конструкции специальном режущем инструменте (зенкерах, развертках и т. п.). Цикл технологической под-

готовки производства может быть сокращен на 30—40% и, главное, применение головки обеспечивает нужную точность отверстий.

Универсальная головка также может быть использована для координатного растачивания отверстий на вертикально-фрезерных станках TOS, что исключит изготовление металлоемких кондукторов.

Способ координатного растачивания с применением универсальной головки состоит в следующем: деталь устанавливается на станке TOS и крепится обычными универсальными приспособлениями. На станке монтируют в продольном и поперечном направлении линейки для установки штихмассов и индикаторов, с помощью которых отсчитывают координаты в двух противоположных направлениях.

Ю. М. Иванов

Универсальные тиски для станочных работ

В связи с многообразием операций, выполняемых при обработке деталей машин и приборов на фрезерных и сверлильных станках, приходилось изготавливать ряд вспомогательных станочных приспособлений с различными зажимными устройствами. Для этого необходимы были значительные затраты времени, средств, труда и большие производственные площади для хранения и проверки приспособлений.

В целях устранения перечисленных недостатков, а также сокращения вспомогательного времени на установку и закрепление деталей в разных приспособлениях были изготов-

лены и внедрены универсальные поворотные тиски (см. фигуру).

Закрепленную в тисках деталь можно поворачивать вокруг вертикальной оси на 360° и вокруг горизонтальной оси—на 90°, что в сочетании с продольным перемещением стола станка позволяет устанавливать деталь в любом положении относительно режущего инструмента.

Тиски устроены следующим образом. На основании 1 последовательно закреплены три корпуса: нижний 2, средний 3 и верхний 6. Основание представляет собой фигурную плиту с двумя прорезами под болты для установки на столе станка. Нижний

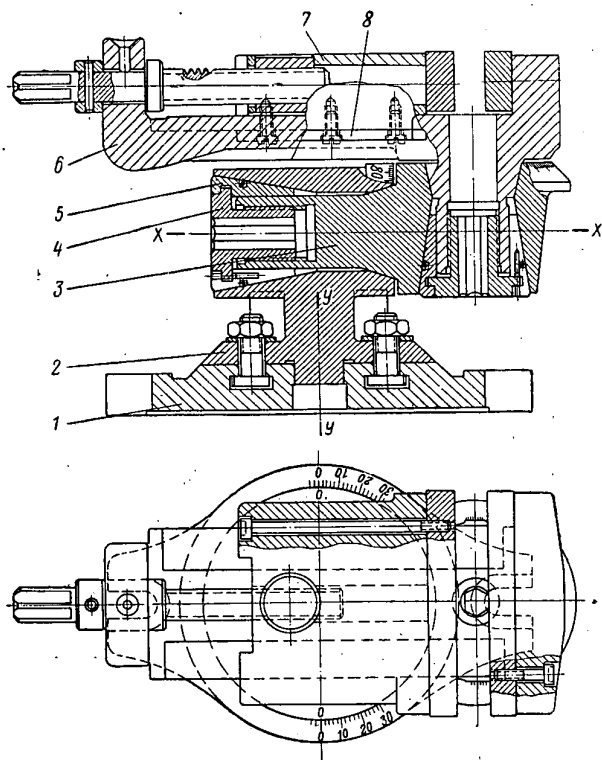
корпус прикрепляется к основанию двумя болтами, которые перемещаются в кольцевой Т-образной выточке и при ослабленных гайках позволяют поворачивать корпус вокруг оси Y—Y на 360°. Угол поворота отсчитывают по шкале, нанесенной на основании, и индексам, набитым на нижнем корпусе. Перпендикулярно оси Y—Y в нижнем корпусе по оси X—X расточено отверстие, в которое входит хвостовик среднего корпуса. Хвостовик вращается в цилиндрической части отверстия; конусные части этого отверстия служат для центрирования и зажима. Хвостовик зажимается винтом 4 и тремя секторами 5.

Угол конуса отверстия соответствует углу сектора; поэтому при ввинчивании винта 4 в хвостовик он своим буртиком передвигает секторы, которые заклинивают хвостовик в отверстии. При вывинчивании винта секторы разжимаются с помощью пружинного кольца и хвостовик начинает свободно поворачиваться. Проворачиванию секторов препятствует штифт. Винт имеет шестигранное отверстие под ключ.

служат планки 8, соединенные с ползуном винтами.

К губкам привинчены съемные губки. Основание тисков, корпусы и ползун изготавливают из серого чугуна СЧ18-36, винты — из стали 6.

При предъявлении повышенных требований к точности выполняемых на тисках работ вместо нанесения рисок нулевого положения на корпусках и индексов прикрепляют но- нуисы с количеством делений, необ-



Средний корпус может поворачиваться относительно нижнего вокруг оси Х—Х в обе стороны на 90°. Угол поворота отсчитывают по шкале, нанесенной на нижнем корпусе, и индексу, набитому на среднем корпусе. Верхний корпус закрепляют в среднем корпусе аналогичным зажимным устройством. Угол поворота вокруг оси отсчитывают по шкале среднего корпуса и индексу, набитому на верхнем корпусе.

Верхний корпус 6 служит основанием для параллельных тисков. По направляющей поверхности перемещается ползун 7, являющийся подвижной губкой. По краям направляющей плоскости имеются приливы; один из них представляет собой неподвижную губку, второй — упор для зажимного винта. В ползун впрессована бронзовая гайка. Зажимной винт пропущен через отверстие в приливе корпуса и закреплен от продольного перемещения упорным кольцом со штифтом. Для компенсации износа направляющей плоскости

ходным для обеспечения требуемой точности. Непараллельность и неперпендикулярность осей конусных отверстий в корпусах не должны превышать 0,02 мм.

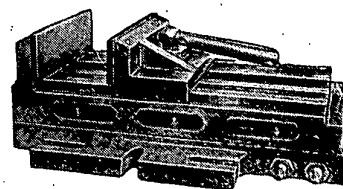
Тиски устанавливают на столе станка и закрепляют двумя болтами так, чтобы продольная ось стола совпала с продольной осью основания тисков. Вращая нажимным ключом зажимной винт, перемещают подвижную губку до такого положения, при котором между губками можно поместить деталь; для прочного закрепления зажимной винт вращают в обратную сторону.

Отвинчивая винты зажимного устройства, разворачивают каждый корпус по градусной шкале на требуемый угол и этими же винтами корпус заклинивают в нужном положении. После окончания одной операции обработки таким же способом деталь устанавливают в другое положение для других операций.

Я. Л. Мазин

Пневматические тиски

Конструктор ОКБ Б. О. Борисевич предложил пневматические тиски (фиг. 1) с резиновой диафрагмой для зажима деталей при скоростном фрезеровании заготовок длиной до 300 мм. Эти тиски выгодно отличаются от пневматических тисков других конструкций. Они компактны (габаритные размеры 506×340×184 мм), имеют небольшой вес, позволяют осуществлять предварительный поджим заготовки для правильной ее установки, обеспечивают быструю установку подвижной губки в нужном положении и надежное закрепление ее. Зажимное усилие 3500 кг. Очистка тисков от стружки не представляет затруднений.



Фиг. 1. Пневматические тиски.

Пневматические тиски (фиг. 2) состоят из корпуса 1, по которому могут перемещаться две губки 8 и 10 со сменными планками. В нижней части корпуса смонтирована диафрагма 3, закрытая крышкой. Сжатый воздух из сети поступает через обратный клапан 5 в распределительный клапан 12, а оттуда в полость, ограниченную резиновой диафрагмой 3 и крышкой, давит через диафрагму на диск 2 и перемещает его вверх. При этом передвигается также скрепленный с диском шток 4 и поворачивает на оси рычаг 7, который через толкатель 6 передает давление корпусу правой губки 10. Губка закрепляет заготовку с большой силой.

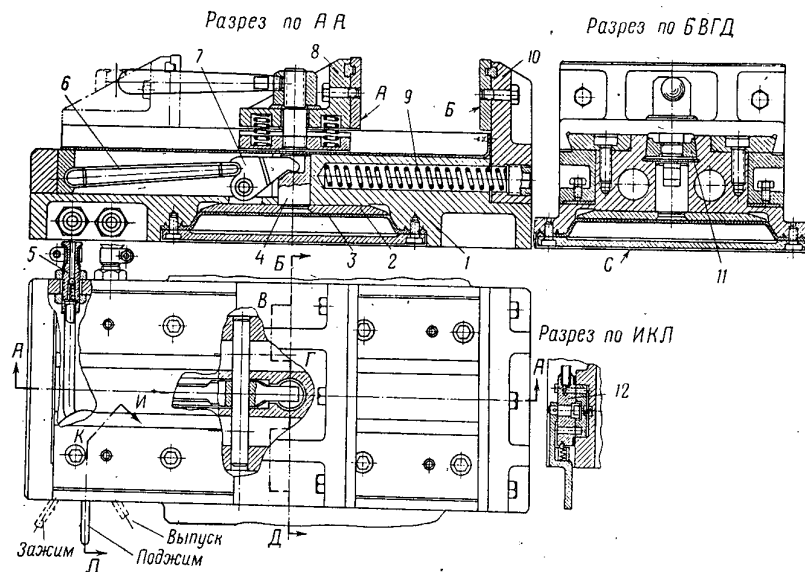
Губку 8 вручную перемещают вдоль корпуса тисков и в нужном положении закрепляют при помощи двустороннего клина 11 и рукоятки. Между корпусом губки 8 и клином 11 помещены две пружины, которые в свободном состоянии выжимают клин вниз и освобождают губку.

Губка 10 отводится в исходное положение пружиной 9, помещенной в корпусе. Силу сжатия пружины можно регулировать, перемещая заглушку. Ход губки 10 равен 8 мм. Сжатый воздух попадает в диафрагменную камеру по шлангу, отведенному от магистральной трубы. По другому шлангу воздух идет через редукционный клапан и манометр (фиг. 3). Этот канал нужен для предварительного поджима заготовки, что позволяет правильно ее установить путем постукивания (это не предусматривает ни одна из конструкций тисков, встречающихся на производстве). В этом случае давление воздуха, поступающего в диафрагменную камеру,

ру, меньше давления воздуха в магистрали и его можно в широких пределах регулировать редукционным клапаном.

ния давления в магистрали. Распределительный кран имеет три положения: «Поджим», «Зажим» и «Выпуск». При положении «Выпуск» ка-

показала, что описанные тиски сохраняют постоянное и не ослабевающее в процессе обработки зажимное усилие, значительно ускоряют процесс



Фиг. 2. Пневматические тиски.

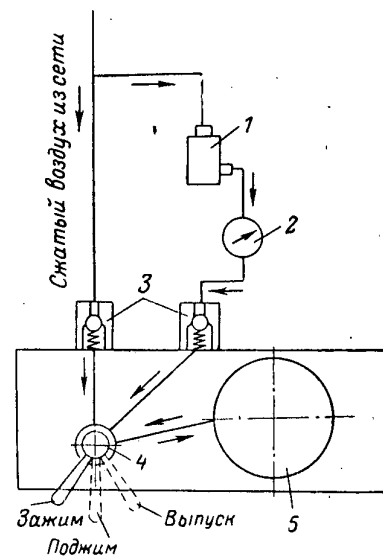
1—корпус; 2—диск; 3—диафрагма; 4—шток; 5—обратный клапан; 6—толкатель; 7—рычаг; 8—левая губка; 9—пружина; 10—правая губка; 11—двусторонний клин; 12—распределительный клапан.

По другому шлангу воздух идет непосредственно из магистрали.

В цепи обоих воздушных каналов вмонтированы обратные клапаны, которые исключают вырыв фрезеруемой детали в случае значительного паде-

налы, определяющие поджим и зажим, перекрываются, и воздух из диафрагменной камеры выходит в атмосферу.

Продолжительная эксплуатация при скоростных режимах фрезерования



Фиг. 3. Схема включения тисков в пневмосеть.

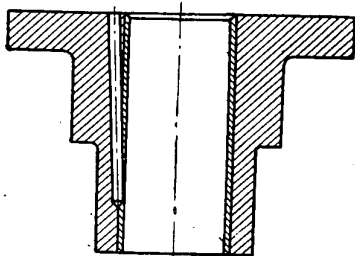
1—редукционный клапан; 2—манометр; 3—обратные клапаны; 4—распределительный кран; 5—камера с диафрагмой.

закрепления заготовки, облегчают труд фрезеровщика и дают возможность снимать стружку большого сечения.

Б. М. Малкин

Устранение увода сверла при глубоком сверлении

При сверлении боковых отверстий диаметром 2,4 мм на глубину 44,5 мм в детали из стали 25 твердостью $R_c = 21-44$ (фиг. 1) сверло часто уходило в центральное отверстие или на наружную поверхность детали.



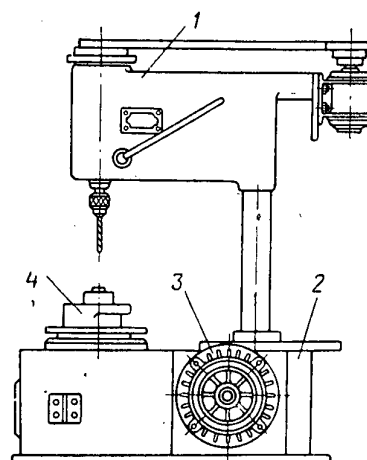
Фиг. 1. Разрез детали с уведенным отверстием.

Сверление вели на настольноверлильном станке с ручной подачей, сначала стандартным сверлом, а затем — специальным удлиненным. Деталь крепили в кондукторе со

втулкой для сверла. Даже при соблюдении необходимых предосторожностей брак был большой, сверла часто ломались.

Изучение причин брака и анализ существующих способов сверления глубоких отверстий малого диаметра показали, что наиболее рациональным является способ, при котором одновременно вращаются инструмент и деталь. При несовпадении осей вращения детали и сверла увеличивается только диаметр отверстия, а направление оси отверстия не меняется. Неоднородность материала также отражается на размере отверстия, но не на положении его оси.

Для осуществления такого сверления был изготовлен станок (фиг. 2). Верхняя часть станка — корпус 1 со всеми узлами — взята от настольного сверлильного станка; она установлена на основании 2, внутри которого находится редуктор, передающий вращение от электродвигателя 3 к шпинделю с закрепленным на нем кондуктором 4. Ось вращения сверла



Фиг. 2. Станок для сверления глубоких отверстий малого диаметра.

1—корпус; 2—основание; 3—электродвигатель привода кондуктора; 4—кондуктор.

должна совпадать с осью вращения кондукторной втулки.

Электродвигатель привода кондуктора имеет мощность 0,37 кВт ($n=920$ об/мин); деталь вращается со скоростью 250 об/мин.

Скорость вращения сверла можно изменять в пределах 200—1430 об/мин и выбирать в зависимости от материала и твердости детали.

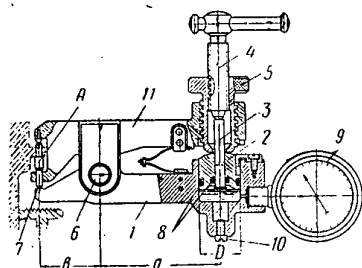
Шпиндель приводится с помощью ременной передачи от электродвигателя мощностью 0,55 кВт ($n=1410$ об/мин).

Применение описанного станка позволило резко сократить брак по вводу сверла при сверлении глубоких отверстий.

Б. П. Цинколегко

Клещи с гидроусилителем для развальцовки штифтов

Для развальцовки штифта в отверстии полочки, ось которого находится на расстоянии менее 10 мм от стенки детали, созданы клещи с гидравлическим устройством, позволяющим развить значительную силу раздавливания (см. фигуру).



1, 11—рычаги; 2, 3—поршни; 4—винт; 5—резбовая втулка; 6—ось; 7—штифт; 8—резиновые кольца; 9—манометр; 10—винт-заглушка.

Приспособление состоит из двух рычагов 1 и 11, вращающихся друг относительно друга на оси 6. На одном конце рычага 11 поставлен конусный наконечник для развальцовки и цилиндрический штифт, передающий усилие рычага 1; на другом конце — ввернута резбовая втулка 5 с винтом 4. Рычаг 1 коротким концом упирается в штифт 7, а в длинном его конце расточен цилиндр, заполняемый маслом. В цилиндре находятся два вставленных друг в друга поршня 2 и 3 разных диаметров D и d . Для уплотнения между поршнями и цилиндром помещены резиновые кольца 8. С полостью цилиндра соединен манометр 9, показывающий усилие раздавливания (манометр необязателен).

Винт 4 вывинчивают на половину его длины из втулки 5; последняя должна быть вывернута настолько, чтобы можно было зажать штифт, подлежащий развальцовке, между штифтом 7 и конусным. Штифт за-

жимают, вращая втулку 5, упирающуюся в верхнюю часть поршня 2. При этом повышается давление масла под поршнем 2 и поршень 3 поднимается вверх до упора в винт 4. При вращении винта 4 поршень 3 опускается, повышая давление в цилиндре. Масло передает давление поршню 2, который, упираясь во втулку 5, разжимает длинные концы рычагов и сжимает короткие, раздавливая (развальцовывая) конец штифта силой прямо пропорциональной площадям поршней и обратно пропорциональной длинам концов рычагов 1 и 11. Усилия, получаемые на концах рычагов, очень значительны и могут быть определены по формуле

$$Q = \frac{PL\mu}{r \lg(\varphi + \rho)},$$

где Q — усилие раздавливания (развальцовки);

P — усилие руки, прикладываемое к воротку винта 4;
 L — плечо воротка винта 4;

$$\gamma = \frac{D}{d};$$

$$\mu = \frac{a}{b};$$

r — радиус резьбы винта 4;
 φ — угол подъема винтовой линии винта 4;
 ρ — угол трения между винтом 4 и втулкой 5.

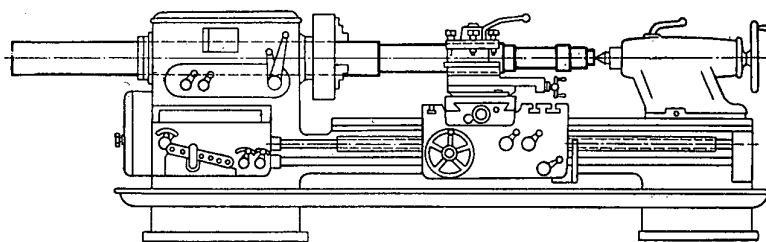
Например: при $L=60$ мм; $\gamma=2,7$;
 $\mu=2,0$ (материал винта и втулки — сталь) и $P=2,0$ кг $Q=590$ кг

Я. Н. Петров

Модернизация станков для обработки длинных деталей

Для обработки осей длиной 2500 мм с максимальным диаметром 80 мм на заводе было модернизировано не-

в патроне и поджата центром задней бабки (фиг. 1). После обработки одного конца ось переворачивают,

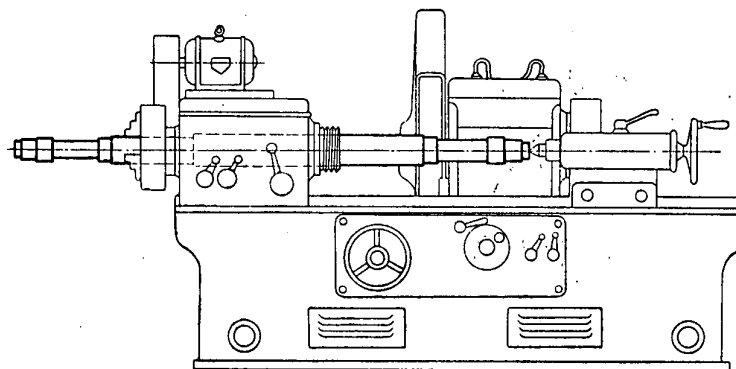


Фиг. 1. Модернизированный станок ДИП-300.

сколько токарно-винторезных станков ДИП-300 с расстоянием между центрами 1500 мм. На эти станки были изготовлены и установлены новые шпиндели с диаметром внутреннего отверстия 82 мм.

закрепляют таким же способом и обрабатывают другой ее конец.

Для шлифования шеек оси под шарикоподшипники из-за отсутствия круглошлифовального станка с необходимым расстоянием между центра-



Фиг. 2. Модернизированный станок фирмы Landis.

При обработке на модернизированном станке половина оси находится внутри шпинделя станка, а выступающая из шпинделя часть зажата

ми работники ОГМ модернизировали станок фирмы Landis мод. 10×45 с расстоянием между центрами 1100 мм (фиг. 2). На станке была установле-

передает вращение шпинделю, который вращается в противоположную сторону.

В электрокинематическую схему ключа входят: рубильник с предохранителями 13, выключатель 11 для включения электродвигателя и статический выпрямитель 12 для питания постоянным током обмоток возбуждения электромагнитных муфт.

Кнопочный выключатель 9 механически связан с одной стороны с ведомым валом муфты, а с другой — с кулачком, укрепленным на корпусе ведущей части муфты 3; когда гайка навинчена до предела, муфта 3 пробуксовывает и автоматически выключается. Чтобы повторить операцию, необходимо нажать на выключатель 9.

При расчете кинематической схемы необходимо знать усилия всех ее звеньев. Для определения удельного усилия, развиваемого электромагнитной муфтой с ферромагнитным наполнителем, рекомендуется следующая формула:

$$p = \frac{B^2 10^{-6}}{25 \mu_c \delta} K,$$

где p — удельное передаваемое усилие в кг/см^2 ;

B — магнитная индукция в гс ;

μ_c — магнитная проницаемость;

δ — рабочий зазор в см ;

K — размерный коэффициент в см .

Значения магнитной проницаемости μ_c для суспензий на жидкой и твердой основах в основных кривых намагничивания и кривых магнитной проницаемости и величины размерного коэффициента K в зависимости от магнитной индукции и зазора при определенной линейной скорости (от момента трогания до скорости 15,7 м/сек) приведены в работах автора*.

Канд. техн. наук
М. А. Томашевский

* М. А. Томашевский. Исследование ферромагнитных суспензий, применяемых для электромагнитных муфт с ферромагнитным наполнителем. Труды МАИ, № 57, Оборонгиз, 1956; Передаваемое усилие в электромагнитной муфте с ферромагнитным наполнителем. Труды МАИ, № 88, Оборонгиз, 1957.

Применение присадки ВМ вместо фторприсадки

Детали из магниевых сплавов МЛ5 отливают в земляные формы, приготовляемые с фторприсадкой для защиты металла от окисления. После заливки сплава содержащаяся в форме фторприсадка начинает разлагаться и выделяет токсичные газы.

С целью оздоровления условий труда на участке магниевых литых

отдел главного металлурга совместно с ВИАМ провел опытную работу по замене фторприсадки присадкой ВМ, которая готовится на основе мочевины и не содержит токсичных химических соединений.

Химический состав присадки ВМ

Борная кислота — H_3BO_3 13,5—16,0%
Мочевина — $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 55,0—63,0%
Сернистый алюминий —
 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. . 24,0—26,0

В формовочной смеси содержится 13% фторприсадки и 4,5—5,0% присадки ВМ.

Детали, отлитые в формы из смеси с присадкой ВМ, по качеству не отличаются от деталей, отлитых по серийной технологии. Применение присадки ВМ не только улучшает условия труда в цехе, но и снижает стоимость формовочной смеси и расход дефицитной борной кислоты.

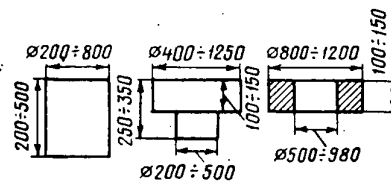
В настоящее время весь участок по литью деталей из сплава МЛ5 переводится на приготовление формовочной смеси с защитной присадкой ВМ.

М. Ф. Гузман

Литье заготовок в тонкостенные обечайки

Завод получил срочный разовый заказ на литье заготовок из сплава АЛ9В (фиг. 1).

Технические требования допускали в отливках наличие пористости до 5-го балла по шкале ВИАМ, а также отдельные шлаковые включения. Размеры заготовок имели допуски $+50 \pm 30$ мм по диаметру и $+50 \pm 10$ мм по высоте.



Фиг. 1. Эскизы заготовок, отливаемых из сплава АЛ9В.

Качественные заготовки такого вида способом литья в землю при шаблонной формовке и по моделям получить не удалось, а применение кокилей — очень дорогостоящий нерентабельный вариант для небольшого заказа.

На заводе было предложено изготовить формы в виде обечаек из листового железа толщиной 6—10 мм из двух половин или одной полосы (фиг. 2). Половины соединяли клиньями.

Для ускоренной последовательно направленной кристаллизации поверхность обечаек и плит в процессе за-

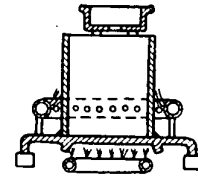
полнения жидким сплавом и до полной кристаллизации обдували сжатым воздухом (фиг. 3). Алюминиевую плиту после каждой заливки охлаждали воздухом до 70—100° С. Начальная температура заливки 650—700° С. Скорость заливки 0,5—0,7 кг в секунду.



Фиг. 2. Формы из листового железа для литья заготовок.

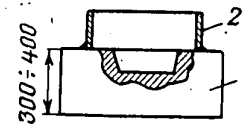
Поверхности обечаек и плит, соприкасающиеся с металлом, покрывали составом из мела (30%), жидкого стекла (5%) и воды (остальное) слоем толщиной 0,05—0,1 мм.

Заготовку, показанную на фиг. 1 справа, для улучшения условий кристаллизации заливали на вращающемся от руки приспособлении.



Фиг. 3. Схема обдувки форм сжатым воздухом.

Для получения более плотной отливки без усадочной воронки при минимальной высоте прибыльной части после полного заполнения формы обечайки заготовки закалывали и добавляли в усадочную воронку при 760—780° С жидкий сплав. Операцию продолжали до полной кристаллизации отливки. Чтобы осуществить подачу металла в форму обечайку со скоростью 0,5—0,7 кг в секунду, заливку вели через чашу с отверстием в дне диаметром 15—20 мм.



Фиг. 4. Вариант формы для литья ступенчатых заготовок.

1 — алюминиевая плита; 2 — обечайка.

Как показал опыт, обечайки удобно делать неразъемными с уклоном 10—20 мм на сторону.

Ступенчатые заготовки можно также отливать в формы, подобные показанной на фиг. 4.

Описанный способ позволяет в сжатые сроки выполнять разовые заказы на литье при незначительных затратах на оснастку.

Г. Я. Никитин

Автоматизированное трехместное зажимное приспособление

На заводе при фрезеровании плоскостей деталей применяется автоматизированное трехместное при-

подводится в усилитель давления 2. Из усилителя масло под давлением до 80 атм подается в цилиндры при-

В этот момент кулачок 13, упираясь в концевой переключатель 12, вводит в работу шпиндель станка.

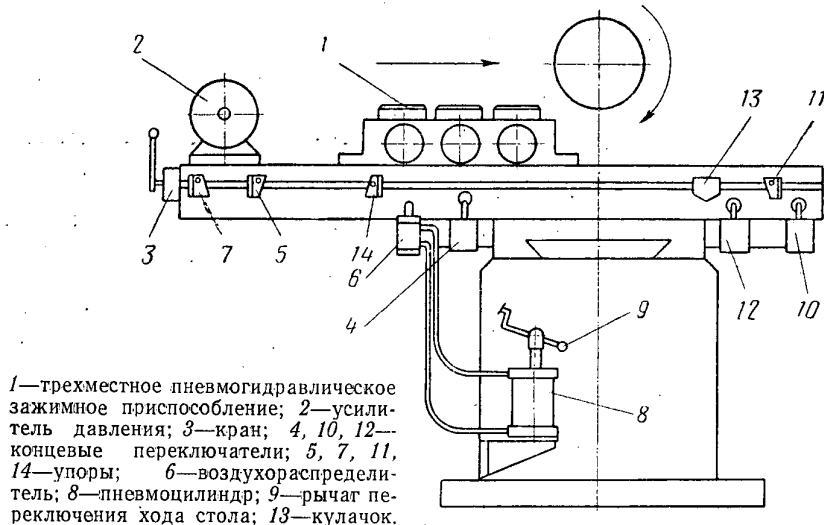
При выходе фрезы стол упором 5 и концевым переключателем 4, связанным с электродвигателем подачи, переводится на обратный ход. При помощи упора 7 и воздухораспределителя 6 срабатывает пневмоцилиндр 8, переставляя через рычаг 9 муфту подачи на обратный ускоренный ход.

В конце ускоренного холостого хода посредством упора 11, кулачка 13 и переключателей 10 и 12 выключаются электродвигатели приводов стола и шпинделя станка. Под действием упора 14 и распределителя 6 рычаг 9 снова переключает муфту стола на рабочий ход. Обработанные детали в приспособлении заменяют новыми заготовками, и цикл повторяется.

Все упоры переключателей закрепляют в продольном боковом пазу стола в зависимости от необходимого режима обработки.

Применение автоматизированного пневмогидравлического приспособления позволило почти в пять раз сократить вспомогательное время. Теперь один рабочий может одновременно обслуживать два станка. Производительность труда значительно повысилась.

Г. Ф. Марфин



1—трехместное пневмогидравлическое зажимное приспособление; 2—усилитель давления; 3—кран; 4, 10, 12—концевые переключатели; 5, 7, 11, 14—упоры; 6—воздухораспределитель; 8—пневмоцилиндр; 9—рычаг переключения хода стола; 13—кулачок.

способление с пневмогидравлическим зажимом (см. фигуру). При включении крана 3 воздух из магистрали

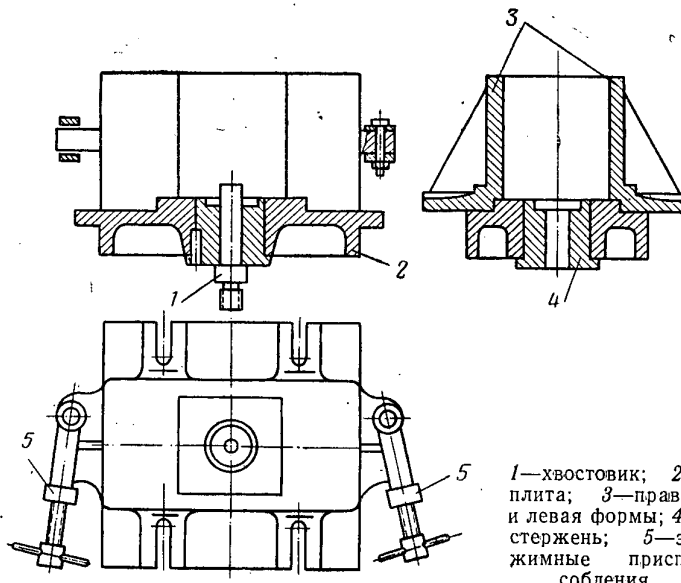
способления, и детали зажимаются. Стол станка включают на рабочий ход (слева направо), нажав кнопку.

Стол для крепления кокилей-вставок

Обычно на каждую отливаемую деталь изготавливают индивидуальный кокиль со всеми необходимыми частями: плитой, двумя формами и прижимным приспособлением. Кроме того, на каждую деталь и кокиль для нее проектируют общий вид. На кокили расходуется большое количество чугуна, складские помещения загромождаются комплектами оснастки, на проектные работы тратится время высокооплачиваемых инженеров.

Рационализаторы А. И. Алешин и Н. В. Васильев разработали универсальный разборный стол для крепления индивидуальных кокилей-вставок, в которые непосредственно отливают детали (см. фигуру). На заводе имеются универсальные столы трех типоразмеров; кокили-вставки изготовлены для деталей 78 наименований. Перевод деталей на литье на универсальных столах продолжается. В результате внедрения предложения рационализаторов за несколько месяцев завод сэкономил на материалах и зарплате более 100 тыс. руб.

И. С. Кирич



1—хвостовик; 2—плита; 3—правая и левая формы; 4—стержень; 5—зажимные приспособления.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

В Лондоне с 25 по 27 марта 1958 г. проходила конференция по технологии машиностроения.

В прочитанных докладах освещались достижения в отдельных областях технологии машиностроения, проблемы, возникшие в связи с применением новых или усовершенствованных способов производства, экономическая эффективность этих способов, а также теоретические исследования, имеющие прикладное значение для производства. Работа конференции была подразделена на шесть сессий.

На первой и второй сессиях обсуждались следующие доклады:

1. Виды деформаций в процессах формования металлов.
2. Литье по ртутным выплавляемым моделям.
3. Точное литье в песчаные формы.
4. Результаты новейших исследований процессов вырубки листовых материалов и пробивки в них отверстий.
5. Два новых способа пластической деформации металлов (гидроформование и выдавливание на токарно-давильных станках).
6. Накатывание резьбы.
7. Современные усовершенствования в контактной сварке.
8. Современные усовершенствования в дуговой сварке.
9. Пайка твердым припоем. Конструирование деталей и выбор процесса.
10. Изготовление узлов различного оборудования при помощи сварки.
11. Металлические покрытия и предотвращение коррозии листовой стали.
12. Маркировка деталей.
13. Способы производства точных полых поковок из нежелезных сплавов.
14. Принципы статическо-динамической ковки и ее характеристика.
15. Ковка жаропрочных сплавов.
16. Процесс холодной высадки головок крепежных деталей.
17. Формообразование изделий из пластических масс.
18. Металлические детали машин, полученные методом порошковой металлургии.
19. Некоторые проблемы холодного прессования металлов (экструдинг-процесс).
20. Результаты опытов выдавливания через матрицу (экструдинг-процесс) алюминия, меди и стали.
21. Некоторые ограничивающие факторы в прессовании (экструдинг-процесс) металлов.
22. Прогресс в процессе горячей прокатки прутков и профилей с 1945 г.
23. Высокопроизводительная прокатка плоских заготовок.

Третья и четвертая сессии были посвящены обработке металлов резанием. На них были прочитаны и обсуждены следующие доклады:

24. Обзор некоторых исследований процесса стружкообразования и обрабатываемости металлов.

25. Сравнение различных теорий процесса стружкообразования.

26. Остаточные напряжения при резании металлов.

27. Роль лаборатории в решении проблем, возникающих при резании металлов.

28. Организация научно-исследовательской работы в промышленности США.

29. Токарная обработка резцами с очень узкой режущей кромкой.

30. Обобщение опыта токарной обработки керамиковым инструментом.

31. Влияние геометрии инструмента на скорость его износа. Переточка резцов.

32. Смазочно-охлаждающие жидкости и способы их применения.

33. Электрополирование.

34. Гидрошлифование.

35. Резка пламенем.

36. Механообработка коррозионноустойчивых и жаропрочных сталей и сплавов.

37. Механообработка титановых сплавов.

38. Механообработка урана, тория, ниобия, ванадия, циркония и бериллия.

39. Обработка металлов большой твердости электроэрозионными методами.

40. Конструирование станков и инструмента для ультразвуковой обработки.

41. Шлифование металлов.

42. Прецизионное растачивание.

43. Некоторые факторы, влияющие на работу сверл и метчиков.

44. Последние усовершенствования в процессе протягивания.

45. Распиловка на ленточных и фрикционных пилах.

46. Нарезание зубчатых колес.

47. Шевингование зубчатых колес.

48. Шлифование зубчатых колес.

49. Программное управление.

50. Испытания работы станков.

51. Конструкция опор металлообрабатывающих станков.

Пятая сессия была посвящена вопросам контроля. На ней были заслушаны и обсуждены следующие доклады:

52. Контроль качества в технологии машиностроения.

53. Оптический контроль.

54. Контроль качества поверхности.

55. Выборочный контроль.

56. Контроль сварных швов.

57. Треждоординатный автоматический контроль при помощи магнитной ленты.

58. Качество в технологии машиностроения.

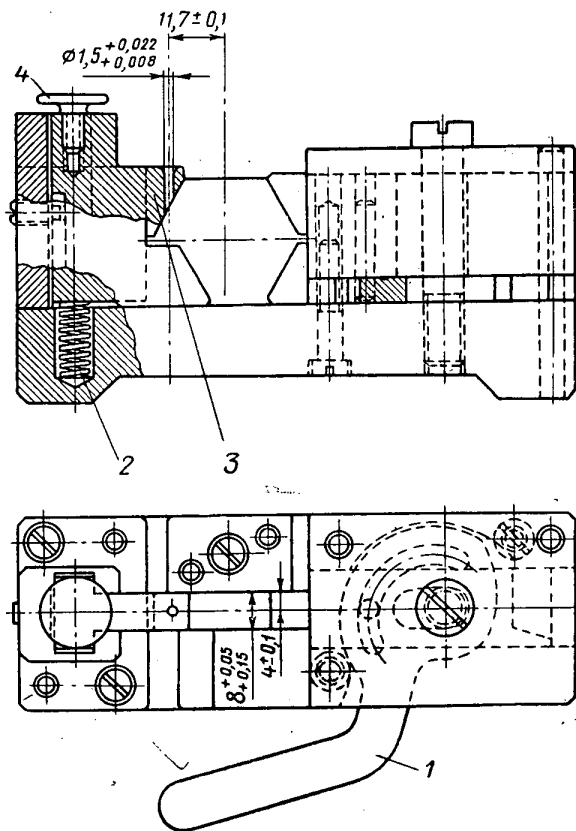
Поскольку материалы конференции представляют большой интерес для промышленности, БТИ НИАТ намечает издать их в виде отдельного сборника.

Заинтересованные организации и предприятия должны заблаговременно переслать в БТИ НИАТ заявки на сборник с указанием необходимого количества экземпляров.

Кондуктор для сверления отверстий в гранях гаек

На заводе по предложению т. Мокшина изготовлен кондуктор (см. фигуру) для сверления в шестигранных гайках отверстий под контрольную проволоку.

держит ползун 3 в верхнем положении, образуя между гранью гайки и ползуном зазор 2—3 мм. Нажав на кнопку 4, делают засверловку. Затем кнопку отпускают, ползун 3 подни-



1—эксцентриковый рычаг; 2—пружина; 3—ползун; 4—кнопка.

Достоинством кондуктора является то, что при сверлении отверстий ничто не мешает выходу стружки. Вследствие этого сверла продолжительно работают без поломки; тем самым повышается и производительность.

Гайку вставляют в призмы кондуктора и поджимают с помощью эксцентрикового рычага 1. Пружина 2

мается вверх и продолжается нормальное сверление отверстия в грани гайки, а стружка свободно выходит в образовавшийся зазор.

В результате внедрения кондуктора повысилась производительность труда и резко уменьшился расход сверл диаметром 1,5 мм.

С. Р. Сидоров

Прибор ИТ-50

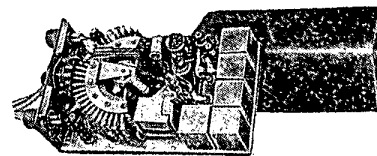
При полете с большими скоростями наблюдается явление аэродинамического нагрева летательного аппарата, при котором возникают температурные напряжения в конструкции и значительно уменьшается прочность материала. Это заставляет изучать



Фиг. 1. Прибор ИТ-50 для измерения температуры поверхности конструкций.

характер изменения температур на определенных участках конструкции в условиях полета.

Прибор ИТ-50 (фиг. 1 и 2) предназначен для измерения температуры поверхности конструкции в 48 точках. На каждый из двух каналов прибора можно подключить до 24 датчиков сопротивления. На входе аппаратуры находится шаговый искатель, поочередно подключающий датчики к дифференциальной мостовой схеме.



Фиг. 2. Прибор ИТ-50 со снятой крышкой.

Изменение сопротивления датчика вызывает дисбаланс моста, и на вторичной обмотке дифференциального трансформатора появляется сигнал, пропорциональный изменению сопротивления датчика. Сигнал выпрямляется фазочувствительным выпрямителем и через фильтр подается на шлейф осциллографа, вызывая его отклонение в ту или иную сторону от точки баланса.

В. А. Проворов и Ю. И. Цветков

25X1

Зарубежная техника

Управляемые снаряды

Обзор зарубежной периодики

Первые управляемые снаряды появились задолго до начала второй мировой войны. Однако они были столь несовершенны, что не получили большого распространения и не поступили на вооружение.

Во время второй мировой войны развитие управляемых снарядов шло довольно успешно. В Германии были созданы и впервые получили боевое применение в 1943—1945 гг. такие снаряды, как беспилотный бомбардировщик V-1, построенный в количестве 30 000 шт., а также баллистический снаряд V-2, выпущенный в количестве около 10 000 шт. Они заменяли дальнюю артиллерию или самолеты и применялись для бомбардировки Англии, в основном — района Лондона. Потребность в подобных снарядах объяснялась, во-первых, наличием в Англии к концу войны мощной системы ПВО, делавшей налеты немецких пилотируемых бомбардировщиков на Англию малоэффективными, и, во-вторых, сравнительно большим удалением объектов бомбардировки от линии фронта, что не позволяло использовать против них тяжелую артиллерию, уступавшую к тому же по эффективности упомянутым снарядам.

К концу войны территория Германии подвергалась интенсивным налетам бомбардировочной авиации союзников. Статистическими данными установлено, что для уничтожения одного самолета германская зенитная артиллерия тратила 8000 снарядов калибра 88 мм. Поскольку с течением времени скорости и высоты полета самолетов увеличивались, стало ясным, что эффективность применения ствольной артиллерии против самолетов будет уменьшаться и потребуются новые виды оружия ПВО. В качестве такого оружия предполагали использовать зенитные управляемые снаряды. Однако они не получили боевого применения.

К концу войны в Германии разрабатывалось, испытывалось и находилось в начальных стадиях серийного производства много типов управляемых снарядов. После разгрома гитлеровской Германии материалы ее научно-исследовательских институтов, опытных конструкторских бюро и других организаций стали трофеями союзников. Изучение этих материалов показало, что управляемые снаряды обладают большими потенциальными возможностями. Поэтому в послевоенный период во многих западных странах были развернуты интенсивные исследовательские и опытные работы по созданию этих снарядов. Так, например, в период 1945—1957 гг. на их разработку США затратили сумму, в два с половиной раза превышающую затраты на создание первой атомной бомбы.

В последние годы некоторые типы снарядов вышли из стадии лабораторных опытов и превратились в системы оружия, которые, по мере их совершенствования, заменят более старые виды. Достижения в этой области настолько велики, что в конце 1956 и начале 1957 гг. в основных капиталистических странах было подвергнуто пересмотру направление развития вооруженных сил на основе учета возможностей современных и будущих видов управляемых снарядов. В конце 1957 г. оно еще раз подверглось корректировке,

вызванной огромными научно-техническими достижениями Советского Союза, выразившимися в создании межконтинентальной баллистической ракеты и запусках искусственных спутников Земли.

В результате в основных капиталистических странах работы в области управляемых снарядов были интенсифицированы, а исследования в области более старых видов оружия, в частности — пилотируемых самолетов, сокращены или прекращены совсем; значительно расширено проектирование средств обороны от управляемых снарядов.

По назначению управляемые снаряды подразделяются на наступательные и оборонительные, но более четкая классификация предусматривает указание в названии на место пуска (с земли, самолета или судна), а также местонахождение цели.

Возможны девять таких комбинаций, определяющих классы снарядов, («земля—земля», «земля—воздух», «воздух—воздух» и т. д.).

Главными отличиями управляемых снарядов от самолетов можно считать то, что они, во-первых, управляются и наводятся на цель без участия экипажа, с помощью вычислителей, заменяющих летчика и имитирующих выполняемые им функции, и, во-вторых, обычно гибнут при поражении цели.

В отличие от артиллерийского управляемый снаряд движется к цели с учетом изменения ее положения после запуска. Он может также преследовать цель, маневрирующую для уклонения от средств обороны или для наилучшего выполнения задания.

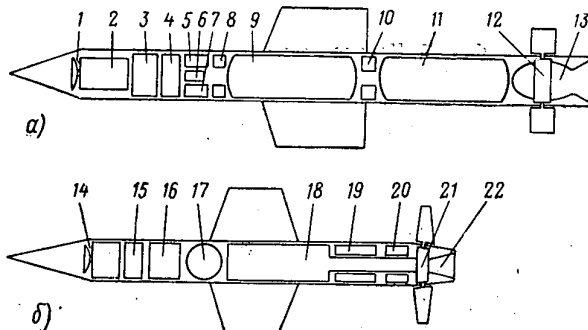
Основными частями любого управляемого снаряда являются планер, системы наведения и управления, силовая установка и боевой заряд.

На фиг. 1 показаны упрощенные схемы снарядов класса «земля—воздух» (а) и «воздух—воздух» (б).

По аналогии с самолетами большинство снарядов имеет корпус (фюзеляж), крыло и поверхности устойчивости и управления. При больших скоростях полета подъемная сила, необходимая для обеспечения маневрирования снаряда, может создаваться одним корпусом, а поверхности управления могут заменяться устройством для изменения направления тяги двигателя.

В прошлом проектировались и строились снаряды с дозвуковой скоростью полета. Однако большинство современных снарядов разгоняется при старте до сверхзвуковой скорости, сохраняемой на оставшемся участке траектории, неизмеримо быстрее самолетов, и поэтому они конструируются с учетом требований сверхзвуковой аэродинамики. Это определяет такие особенности снарядов, как очень большое удлинение корпуса (фюзеляжа) и малые относительную толщину и удлинение крыла и поверхностей устойчивости. Поэтому стремятся максимально уменьшать относительный мидель корпуса, что, помимо больших удлинений, приводит к очень высокой нагрузке корпусов снарядов, достигающей у некоторых снарядов 800 кг/м^2 .

Ввиду того, что скорость полета большинства снарядов превышает сверхзвуковую, удельные нагрузки на крылья могут быть значительно больше, чем у самолетов; тем не менее размеры крыла определяются требованиями маневренности снаряда на больших высотах. Для повышения маневренности снаряды обычно снабжают двумя крыльями, расположенными перпендикулярно друг к другу. Соответственно крылу применяется и крестовидное оперение.

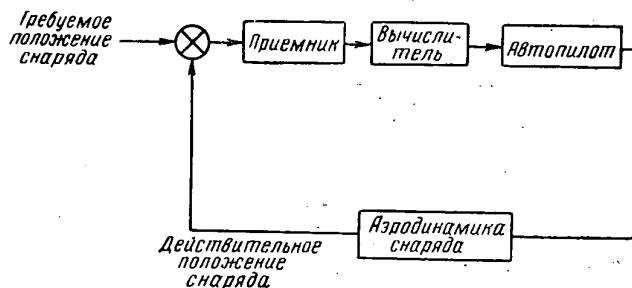


Фиг. 1. Схема снарядов класса «земля—воздух» (а) и «воздух—воздух» (б).

1—антенна системы наведения; 2—система наведения; 3—боевой заряд и взрыватель; 4—гироскопы и акселерометры; 5—альтернатор; 6—электрогидравлический преобразователь; 7—гидронасос; 8—газогенератор вспомогательной силовой установки; 9—бак с окислителем; 10—турбонасос; 11—топливный бак; 12—узел поверхностей управления с приводами; 13—ЖРД; 14—система наведения; 15—гироскопы и акселерометры; 16—боевой заряд и взрыватель; 17—баллон со сжатым газом; 18—камера сгорания ракетного двигателя, работающего на твердом топливе; 19—электронное оборудование системы управления; 20—пневматические сервоприводы поверхностей управления; 21—узел поверхностей управления; 22—сопло ракетного двигателя.

При изменении направления движения самолета, как правило, придается крен; у снаряда же с крестообразным крылом крен для изменения направления полета не нужен, что обеспечивает более высокую маневренность. Поэтому у снарядов с крестообразными крыльями не существует «правильного» положения относительно горизонтальной оси; однако некоторые снаряды стабилизированы по крену и даже при крестообразном крыле сохраняют «правильное» положение относительно продольной оси. Есть и снаряды, по схеме не отличающиеся от самолетов, т. е. имеющие одно крыло.

Главной частью снаряда является система наведения. Проектирование ее обычно занимает больше всего времени, поскольку эффективность снаряда определяется, в конечном счете, совершенством этой системы.



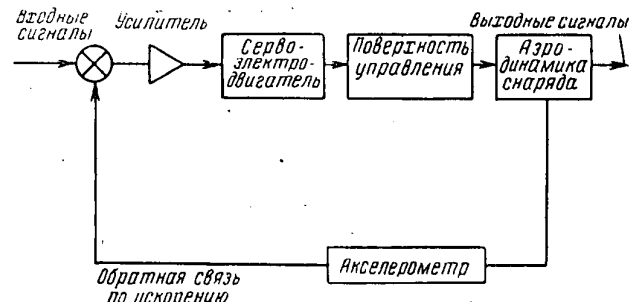
Фиг. 2. Блок-схема системы наведения снаряда.

Различаются системы, точность которых не повышается с уменьшением расстояния между снарядом и целью, и системы, точность которых увеличивается с уменьшением этого расстояния.

Система наведения состоит из приемника, вычислителя и автопилота, воздействующего на поверхности управления, связанные с корпусом. На фиг. 2 приведена упрощенная

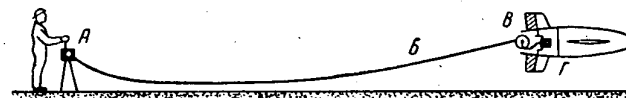
блок-схема системы наведения. В этой схеме приемник определяет угловое положение цели относительно снаряда на основе «улавливания» какого-либо вида энергии, излучаемой или отражаемой целью (электромагнитных или звуковых колебаний, инфракрасного излучения, гравиметрического или магнитного поля и т. д.). Сигнал ошибки угла цели относительно угла направления полета снаряда посылается в вычислитель, где перерабатывается в команды управления, подающиеся в автопилот снаряда. Посредством отклонения поверхностей управления автопилот обеспечивает создание соответствующих команд боковых ускорений. Автопилот определяет также положение корпуса снаряда в пространстве или угол вектора траектории; он использует эти данные для изменения сигнала к приводам поверхностей управления с целью получения требуемого соотношения между выходным сигналом вектора траектории и входным сигналом, поступающим в систему управления. Таким образом, корпус снаряда служит активным элементом в системе наведения.

На фиг. 3 представлена упрощенная блок-схема канала автопилота. Последний имеет минимум два, а, как правило, — три канала. Усилитель сигналов, поступающих в автопилот из вычислительного устройства, выдает соответствующее напряжение для привода серводвигателя или перемещения



Фиг. 3. Блок-схема канала автопилота снаряда.

золотника гидро- или пневмопривода соответствующей поверхности управления. Изменение положения снаряда в пространстве под действием отклонений поверхности управления измеряется скоростным гироскопом или акселерометром, служащими элементами обратной связи для изменения входного сигнала ошибки, поступающего в усилитель автопилота.



Фиг. 4. Схема наведения с посылкой команд по проводам.

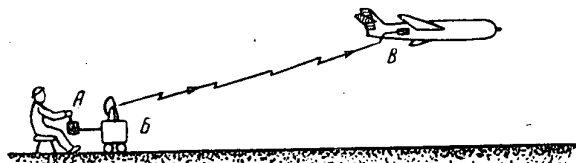
А—пульт управления; Б—провода; В—катушка; Г—система управления.

Сложность описанной выше принципиальной схемы типичной системы наведения снаряда зависит от того, каким путем и какие данные подаются в приемник. При некоторых системах наведения на снаряде отсутствуют, например, и приемник, и вычислитель, а команды управления могут подаваться непосредственно в автопилот. При других системах, помимо приемной части, снаряд должен быть снабжен передатчиком сигналов.

Ниже кратко описаны основные типы систем наведения. Непосредственное наведение. В этом случае наведение осуществляется оператором визуально, а команды управления в виде электрических сигналов подаются в усилитель, установленный на снаряде, по проводам, намотанным на катушки (фиг. 4). Такая система была впервые применена на немецком снаряде Х-4 класса «воздух—вода». Снаряд представлял собой маленький самолет с ракетным двигателем, работавшим на твердом топливе, и подвешивался под фюзеляжем самолета; после отделения от самолета он летел к цели с работающим двигателем и управлялся бомбардиром, посылавшим команды управления через контроллер по двум

проводам, разматывавшимся с катушек, размещенных на концах крыла снаряда. На каждой катушке было намотано 5400 м стального эмалированного провода диаметром 0,2 мм. Недостатки такой системы наведения очевидны; однако она проста и невосприимчива к помехам, что обусловило ее использование на некоторых современных снарядах, в частности, на противотанковых снарядах класса «земля—земля».

Наведение с помощью радиолокатора. Более совершенная система наведения, в которой команды посылаются с помощью радиолокатора (фиг. 5). Радиолокационным передатчиком управляет оператор; изменение посылаемых команд регулируется миниатюрной ручкой управления. Эта система широко применяется для управления летающими мишенями.

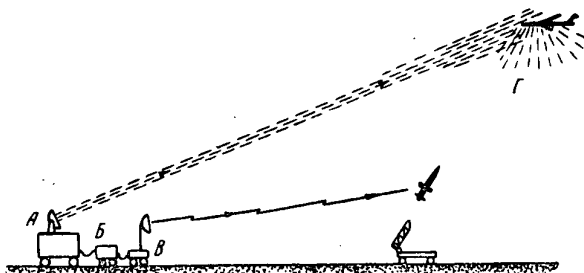


Фиг. 5. Наведение с посылкой командных сигналов радиолокатором, управляемым оператором.

Наиболее распространенными являются автоматизированные системы наведения с применением одного или нескольких радиолокаторов. На фиг. 6 показана схема наведения, по которой за целью следит «запертый» на нее радиолокатор. Сведения о положении цели, получаемые от этого радиолокатора, поступают в вычислитель, вырабатывающий радиокоманды наведения.

Дальнейшее развитие этой системы представляет собой система, имеющая на земле вычислитель, который по данным, полученным от следящего за целью радара, определяет будущее положение цели; в результате снаряд может не просто сближаться с целью по кривой преследования, но и направляться по пересекающемуся курсу.

Наведение по лучу радара. Под этим названием объединяются системы, обеспечивающие движение к цели снаряда, находящегося на оси узкого луча (с раствором 3° и менее) радара. Направление луча изменяется так, что траектория полета снаряда в конечном счете пересекается с курсом цели. В такой системе луч наведения может следовать за видимой целью, т. е. является и лучом слежения. В другой разновидности системы радары слежения и наведения разные, и радар наведения повторяет движения радара, «запертого на цель». У третьей разновидности луч наведения



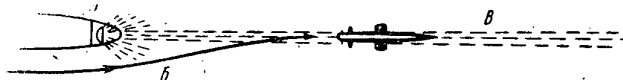
Фиг. 6. Наведение с посылкой командных сигналов по радио.

А—следящий радар; Б—вычислитель; В—командная станция; Г—излучение, отраженное от цели.

не точно повторяет движения радара, следящего за целью, а перемещается относительно цели таким образом, чтобы снаряд двигался по пересекающемуся курсу. Луч наведения кодируется; его вращение обуславливает мгновенную реакцию аппаратуры системы наведения на малейшее отклонение снаряда от оси луча.

Для ввода снаряда в узкий луч наведения применяют широкий «захватывающий» луч с углом раствора 40° (фиг. 7).

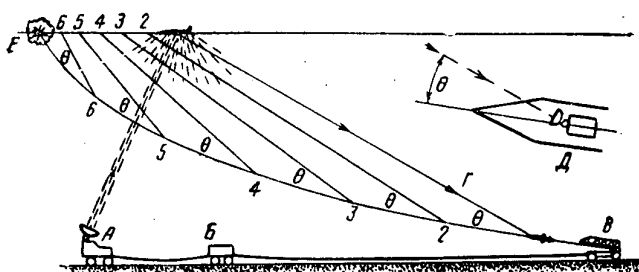
Однако подобный вариант довольно сложен и имеет ряд недостатков; главный из них — снижение точности наведения по мере удаления снаряда от радара. Поэтому обычно такая система наведения используется в комбинации с другими системами.



Фиг. 7. Наведение по лучу радара.

А—двойной радар, посылающий узкий луч наведения и широкий «захватывающий» луч; Б—траектория снаряда в «захватывающем» луче; В—снаряд в остронаправленном луче наведения.

Полуактивное наведение. При этой системе цель облучается наземным радаром, и снаряд наводится по эхо-сигналам от цели. Приемная антенна находится в носовой части снаряда и свободно сканирует, автоматически захватывая цель и «запираясь» на нее. Система управления снаряда затем изменяет его положение таким образом, чтобы он располагался на одной прямой с антенной. В результате снаряд летит по кривой преследования. Система обладает значительными преимуществами по сравнению с описанной ранее. Поскольку передающий радар расположен на земле, он может



Фиг. 8. Полуактивное наведение при пересекающемся курсе.

Цифрами отмечены последовательные положения снаряда и цели.

А—следящий радар; Б—вычислитель; В—пусковая установка; Г—эхо-сигналы от цели; Д—схема головки наведения; Е—точка встречи.

иметь большую мощность, в особенности, если у него остронаправленный луч. Интенсивность эхо-сигналов, принимаемых антенной снаряда, возрастает по мере сближения последнего с целью.

Разновидностью этой системы является система, где приемная антенна не сканирует, а направлена под определенным углом к оси снаряда. Направление полета снаряда пересекает траекторию полета цели под постоянным углом, и снаряд следует по траектории, которая должна привести его в точку встречи.

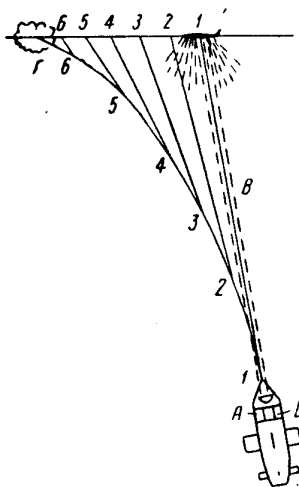
Вычислитель, показанный на фиг. 8, определяет лишь момент запуска снаряда, посылая сигнал в стартовую установку, и в процессе наведения не работает.

Активное наведение. Особенность этой, наиболее сложной, системы (фиг. 9) заключается в автономном наведении на цель, без получения информации извне. Снаряд снабжен передатчиком сигналов, облучающих цель, приемником эхо-сигналов и оборудованием наведения, которое направляет снаряд к источнику эхо-сигналов.

Для преобразования полученных данных в сигналы управления смонтировано миниатюрное оборудование; если задана атака цели на пересекающемся курсе, то необходим и вычислитель.

Поскольку снаряд с такой системой наведения должен нести много оборудования, он становится сложным и большим по размерам, а следовательно, малонадежным, дорогим,

обладающим небольшой дальностью полета и подверженным влиянию помех (так как невозможно поставить мощный передатчик). Указанная система используется в сочетании с другими системами, причем включается лишь на сравнительно небольших расстояниях от цели. На многих снарядах классов «воздух—воздух» и «земля—воздух» при начальном сближении с целью применяется наведение по лучу, а переход к активной системе наведения осуществляется после достаточного сближения с целью.



Фиг. 9. Активная система наведения.

А—передатчик; Б—приемник; В—остронаправленный луч; Г—точка встречи.

Пассивное наведение. При этой системе улавливается какой-либо вид энергии, выделяемой целью. Исследовались системы наведения с использованием теплового и звукового излучения цели, поля статического заряда цели, магнитного поля и другие. На практике пока эксплуатируют системы, использующие тепловое или инфракрасное излучение цели.

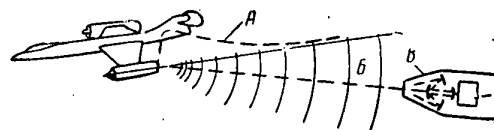
В последнем случае головка наводится на определенную длину волны, зависящую от температуры цели. Так, например, температура выхлопа ТРД составляет примерно 750°C ; соответствующая длина волны равна 3 мк . В приемном контуре снаряда устанавливается фотозлемент из материала, наиболее реагирующего на выбранную длину волны. Излучение с выбранной длиной волны, принимаемое развращивающим устройством, находящимся в носовой части снаряда, усиливается и передается на фотозлемент, сопротивление которого уменьшается и вызывает соответствующее увеличение тока в цепи. Система наведения должна поддерживать максимальный ток на фотозлементе, что достигается наведением снаряда по направлению к наиболее сильному источнику теплового излучения. При этом длина волны, на которую рассчитана головка наведения, не должна быть слишком мала, иначе снаряд будет наводиться на солнце. Схема этой системы наведения показана на фиг. 10.

Рассмотренная система очень легка и компактна; точность ее повышается по мере сближения снаряда с целью. Однако к ее недостаткам относятся значительное уменьшение дальности действия при облачности или дыме, а также необходимость иметь в носовой части снаряда прозрачное окно для приема теплового излучения.

Астрономическая система наведения. Выше были описаны системы наведения, работающие при условии, что цель и снаряд могут наблюдаться визуально оператором, либо радаром, или же цель «видна» снаряду. Следовательно, для наведения снарядов на цели, находящиеся за пределами дальности действия радаров, данные системы не годятся. Для наведения снарядов, обладающих большой дальностью полета, нельзя применять и средства радионавигации в связи с их высокой чувствительностью к помехам. Поэтому для наведения подобных снарядов применяют автономные системы навигации, независимые от получения информации от внешних источников.

Одной из таких систем является астрономическая, основанная на определении местоположения снаряда относительно какой-либо выбранной заранее звезды в каждый момент времени полета. Система включает следящую головку с телескопом, «запирующуюся» на заданную звезду; головка через систему наведения и автопилот управляет снарядом таким образом, что поддерживается его, заранее определенное для каждого момента полета местоположение относительно выбранной звезды. Эта система, хотя она и обеспечивает достаточно точность попадания, не свободна от недостатков; главный из них состоит в необходимости перемены ориентировки на заданную звезду, если дальность полета превышает 5000 км или же продолжительность его больше трех часов, поскольку положение первоначально выбранной звезды изменится в такой степени, что следить за ней окажется затруднительно. В системе необходимы автопилот для управления снарядом при наличии облачности, обледенения окошка следящего устройства и турбулентности, когда головка может «потерять» звезду, и программный механизм, предназначенный для его ввода в пикирование.

Инерционная система наведения. Эта система основана на исключительно точной регистрации ускорений, сообщаемых снаряду относительно трех (реже — двух) взаимно-перпендикулярных осей. С помощью двойного интегрирования ускорений определяется путь, пройденный снарядом относительно каждой из осей, и на этой основе — местоположение его в пространстве относительно места старта. Непрерывное сравнение истинного и программного положения снаряда дает сигнал ошибки, перерабатываемый в команды



Фиг. 10. Пассивная система наведения.

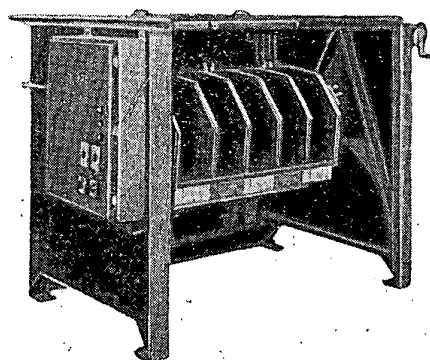
А—тепло, звук или другие виды энергии, излучаемые целью; Б—излучение от цели; В—приемник снаряда; Г—система наведения.

управления снарядом. Следует отметить, что выше изложен лишь принцип действия системы, на самом деле она значительно сложнее.

Теоретически система является идеальной по точности, но практически эта абсолютная точность не может быть достигнута ввиду чрезвычайно высоких требований к точности частей, образующих систему; поэтому инерционной системе наведения свойственно накопление ошибок, вследствие чего ее применяют на снарядах в сочетании с астрономической, которая периодически вносит поправки в показания инерционной системы, уменьшая таким образом ошибку до нуля. Такие комбинированные системы наведения используются на ряде американских снарядов.

Е. Ч. Сухоцкий

Обработка авиационных деталей в барабанах



Многокамерный барабан.

К числу прогрессивных способов отделки поверхностей деталей относится их обработка в барабанах. В статье приводятся данные о применении этого способа в Англии и США.

Обработка в барабанах различными абразивными материалами уже давно используется на заводах для удаления заусенцев, притупления и скругления острых кромок и очистки деталей от окалины после термообработки. С появлением стойких шлифующих материалов барабаны начали применяться и для шлифования и полирования. По сведениям, приводимым в зарубежной печати, этот способ позволяет одновременно обрабатывать 4000—8000 деталей, а также дает возможность повысить чистоту поверхности с 4-го до 6-го класса при грубой обработке и с 7-го до 9—10 класса при отделочном полировании. На некоторых заводах себестоимость по обработке деталей снижена на 80%.

При грубой обработке в барабане глубина съема металла может достигать 0,1—0,2 мм, однако на поверхности при этом сохраняются следы абразивных зерен. При тонкой обработке съема металла почти нет, размеры деталей остаются без изменений, но все микронеровности устраняются полностью.

В барабанах можно обрабатывать детали из цветных металлов и стали как простой, так и сложной конфигурации и различных размеров (от шпилек до таких крупных деталей самолета, как нервюры, лонжероны, диски компрессоров и турбин, корпуса агрегатов и т. д.). Барабаны изготавливают различных типоразмеров, с одной или двумя камерами, выложенными внутри резиной.

Некоторые характеристики барабанов, выпускаемых английской фирмой Altko, приведены в табл. 1.

На заводе фирмы BRD (Англия) лопатки ротора и статора ГТД, изготовленные из кованных заготовок, после ряда операций механической обработки и шлифования полируются в барабанах (по несколько сот штук одновременно); после приблизительно десятичасовой обработки высота микронеровностей не превышает 0,5 мк.

Обработка в барабанах с успехом применяется для отделки ряда мелких деталей, например деталей часовых механизмов, и обеспечивает высокое качество поверхности. Такие детали весом до 50 г, как, например, диски взрывателей, полируются в малогабаритных барабанах, вмещающих при размере 500×800 мм до 1000 деталей. Эти барабаны совершают 18—28 об/мин. Изготавливаются они из обычной или нержавеющей стали.

Для очистки деталей приборов применяются восьмигранные стеклянные барабаны или барабаны из нержавеющей стали, футерованные резиной или виниловым пластиком. Детали из твердых металлов обычно очищаются в барабанах без футеровки при большой скорости вращения. Для отделки особо мелких деталей используются вибрационные барабаны с деревянной футеровкой.

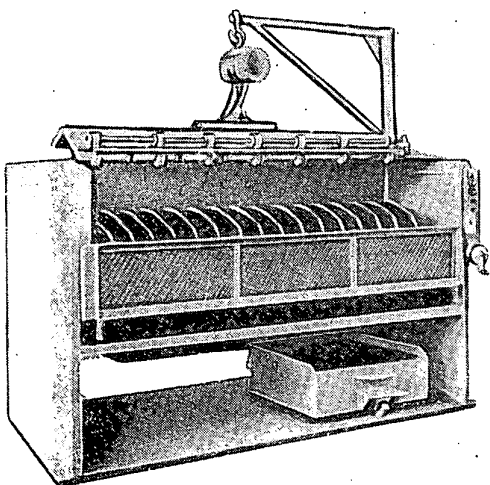
На фиг. 1 показан барабан с несколькими камерами, в котором обрабатываются детали сложной конфигурации, подобные показанной на фиг. 2. Для отделения деталей от абразива применяются передвижные вибрационные установки типа грохотов (фиг. 3).

Крупные и сложные по конфигурации детали перед обработкой закрепляются с помощью приспособлений, помещаемых на дверке барабана. Это исключает возможность повреждения их от соприкосновения друг с другом и обеспечивает, в случае необходимости, обработку только определенных участков поверхности. Детали в этом случае вынимаются вместе с дверкой.

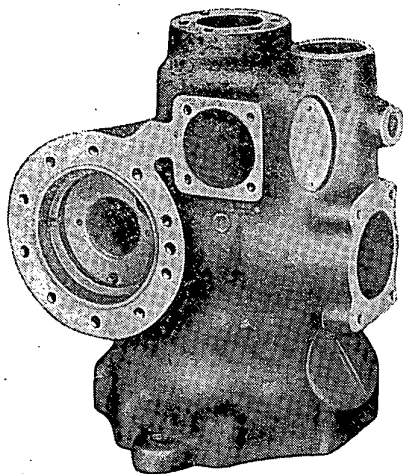
Таблица 1

Характеристики барабанов, изготавливаемых фирмой Altko

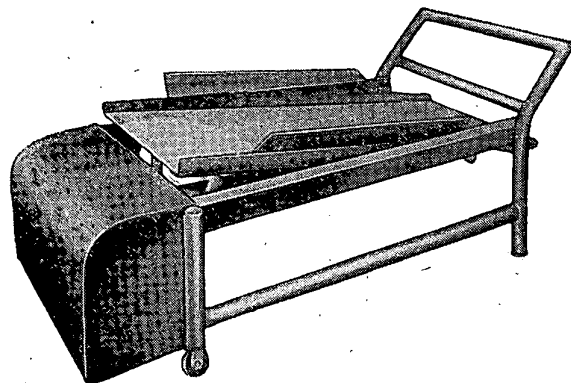
Модель	Габаритные размеры барабанной установки в м	Размеры барабана (длина×расстояние между гранями) в м	Емкость в м³	Число оборотов в минуту	Мощность приводного двигателя в л. с.	Примечание
DVO-1-A	0,9×0,8×1,8	0,2×0,4	0,02	12—50	1/2	Применяется для обработки небольших партий деталей медкого и среднего размера. Имеет две камеры
DB-50	1,1×0,8×1,7	0,6×0,5	0,14—0,17	до 30	3/4	Применяется для обработки небольших и средних партий деталей. Может иметь две камеры. Максимальная загрузка 362 кг
DB-200	1,5×1×1,8	0,8×0,7	0,39	6—30	1,5; для тяжелых работ 3	Имеет одну камеру. Максимальная загрузка 900 кг
DBF-400-301	Изготавливаются различных размеров	0,7×1,5	—	6—30	5—7 1/2	Применяется для обработки крупных партий деталей. Может иметь несколько камер



Фиг. 1. Многокамерный барабан для обработки деталей сложной конфигурации.

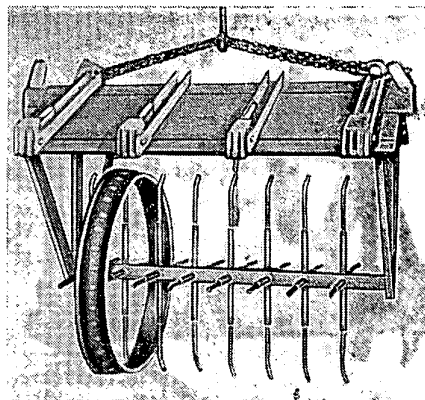


Фиг. 2. Образец детали, обрабатываемой в многокамерном барабане.



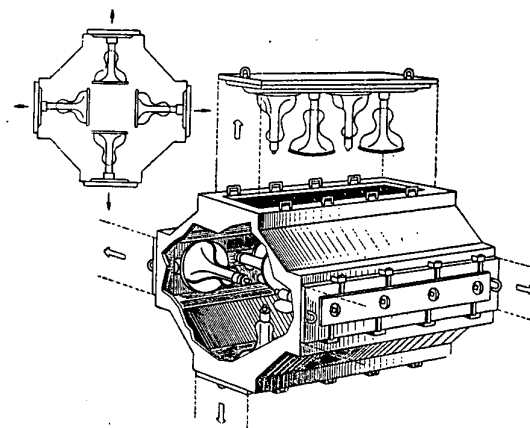
Фиг. 3. Передвижная вибрационная установка для отделения деталей от абразива.

Барабаны с многорядными крепежными приспособлениями служат для одновременной обработки большого количества деталей (до 100 шт.). По мере того как детали, укрепленные на приспособлении, проходят через абразивный состав, их передние кромки обрабатываются несколько больше, чем поверхности позади них, а поверхности с поднутрением почти совсем не затрагиваются. Поэтому через определенные промежутки времени автоматически или вручную изменяется направление вращения барабана.



Фиг. 4. Приспособление для крепления кожухов направляющих лопаток ГТД.

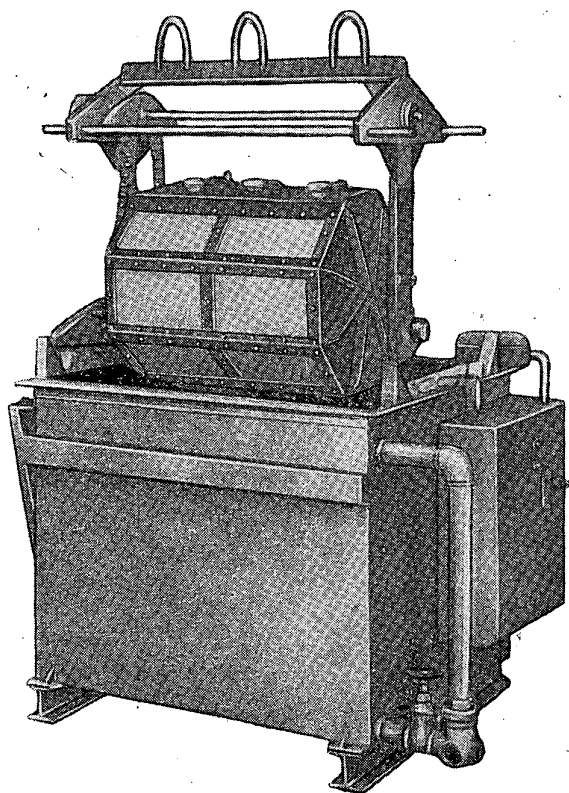
На фиг. 4 показано приспособление для крепления одновременно восьми кожухов направляющих лопаток ГТД диаметром 1 м, которое применяется в барабане с расстоянием между гранями 1,4 м. Приспособление состоит из стержня квадратного сечения, к которому приварены прутки, имеющие на концах отверстия, расположенные соответственно положению отверстий в бобышках обрабатываемой детали. Кожухи закрепляются небольшими болтами. Основным требованием при проектировании таких приспособлений является обеспечение равномерного доступа абразивного состава ко всем участкам обрабатываемой поверхности.



Фиг. 5. Барабан с четырьмя дверками, на которых закрепляются обрабатываемые детали.

В отдельных случаях детали закрепляются непосредственно на дверках барабана (при этом дверок может быть несколько — фиг. 5). Когда нагрузка на дверки велика, то предусматривается достаточно большое число замков. В данном случае каждая из четырех дверок снабжена четырьмя замками.

Некоторые детали, например шасси электронной аппаратуры с большим числом отверстий, нельзя обрабатывать в



Фиг. 6. Перфорированный барабан.

обычных барабанах во избежание их повреждения при перекатывании. В подобных случаях применяют многокамерные барабаны. Один из них (пятикамерный) показан на фигуре в начале статьи.

Для облегчения загрузки дверка такого барабана занимает три грани (расстояние между которыми составляет 600 мм). Многокамерные барабаны применяются для одновременной обработки различных деталей. Каждая камера снабжается отдельной дверкой. Если деталь должна пройти несколько переходов обработки, она последовательно переставляется в соответствующие камеры барабана, заполненные различными абразивными составами.

За последние годы широкое распространение за рубежом получили перфорированные барабаны, погружаемые в резервуар с жидкостью. Такой способ обработки чаще всего применяется в авиационной и автомобильной промышленности, в условиях массового производства. Одна из установок с перфорированным барабаном показана на фиг. 6.

В зависимости от вида обработки резервуар заполняется смесью соответствующего состава, а в барабан загружается тот или иной абразив. Если требуется выполнить несколько операций, устанавливают необходимое количество резервуаров, в которые последовательно передается барабан. В такой линии можно предусмотреть промежуточные резервуары для промывки.

Следует отметить, что обработку на линии легко автоматизировать. Для этого резервуары устанавливают в соответствии с последовательностью операций, а передвижение барабанов механизмируется; между отдельными операциями предусматриваются определенные интервалы для стекания жидкости.

Применение перфорированных барабанов дает значительную экономию в расходе абразивных материалов. Так, например, если для линии, состоящей из 15 обычных барабанов, еженедельно расходуется 6822 кг абразивного состава, то при замене этих барабанов перфорированными расход абразивного состава был снижен до 181 кг.

На предприятиях массового производства нашел особо широкое применение способ, предложенный фирмой Roto—

Finish. Отличительная особенность его¹ заключается в том, что в процессе обработки детали не ударяются друг о друга, а скользят одна по другой при медленном вращении барабана.

В качестве абразива используются такие материалы, как песок, наждак, глина, пемза, крокус, гипс, опилки, фарфор, корунд, мрамор, кусочки кожи, галька, стальные шарики. В качестве жидкостей применяются мыльные растворы, поверхностноактивные вещества, окиси, кислоты, эмульгаторы, ингибиторы, щелочные карбонаты, жидкое стекло, ортофосфаты.

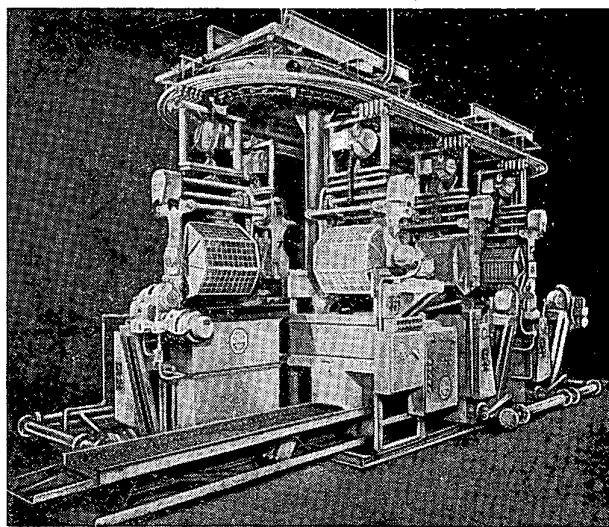
Недавно фирмой Roto—Finish была создана крупная автоматическая установка для обработки деталей в перфорированных барабанах с программным управлением (фиг. 7). Детали, подлежащие обработке, загружаются в барабаны с абразивным материалом, которые погружаются в ванны с различными смесями или растворами. Состав ванн зависит от характера выполняемой операции.

Из одной ванны в другую барабаны передаются с помощью подвешенного конвейера (механически, через определенное время в соответствии с заданной программой, или вручную). В этой многопозиционной установке последовательно осуществляется очистка, удаление окалины, промывка, шлифование, полирование и антикоррозионная обработка деталей.

Количество ванн и барабанов может быть различным, в зависимости от числа операций, требований, предъявляемых к качеству поверхности, и производительности. Так, для каждой данной операции, на выполнение которой нужно определенное время (предположим, 1 час), производительность можно повысить путем увеличения числа барабанов (что приводит к уменьшению времени пребывания деталей в каждом барабане). Зависимость повышения производительности обработки от увеличения количества барабанов показана в табл. 2.

Широкое развитие за рубежом процесса обработки деталей в барабанах объясняется успешными результатами, достигнутыми при применении абразивных суспензий вместо использовавшихся ранее материалов для галтовки. Созданы новые виды абразивов с различной формой зерен, а также новые составы суспензий. Путем выбора соответствующего размера зерен абразива получают нужную величину радиуса скругления углов и острых кромок обрабатываемых деталей. Один и тот же абразив можно использовать для различных операций при соответствующих составах суспензий.

Новейшим достижением является применение в качестве абразива мелкозернистой окиси алюминия на силикатной или иной связке, более стойкого, чем чистая окись алюминия. Зерна этого абразива могут изготавливаться сферическими или с треугольными гранями.



Фиг. 7. Автоматическая установка для обработки деталей в перфорированных барабанах.

Таблица 2
Повышение производительности обработки
в зависимости от увеличения числа барабанов

Число барабанов	Время пребывания деталей в барабанах в мин.	Производительность за час, в шт.
1	60	1000
2	30	2000
3	20	3000
4	15	4000
12	5	12000

Зерна последней формы применяются в тех случаях, когда стремятся достигнуть высокой производительности обработки. Однако они быстро разрушаются. Сферические зерна имеют более мелкую структуру, и поэтому с их помощью можно получить поверхность лучшего качества, но при значительно меньшей производительности.

Ведутся работы по применению абразива в форме шариков, приготовляемых из зерен корунда на связке. Такой абразив обеспечивает лучшую отделку поверхностей (фиг. 8).

При обработке деталей в барабанах важное значение имеет выбор поверхностноактивных составов; их рецептура тщательно хранится в секрете фирмами. Применяемые в составах присадки должны защищать изделия от коррозии, от пропитки их поверхностей окисью алюминия, должны поддерживать загрязняющиеся примеси во взвешенном состоянии и препятствовать засаливанию абразива.

Для окончательной отделки таких длинных тонких деталей, как полки лонжеронов, от которых требуется высокое качество поверхности, разработан новый тип автоматического устройства возвратно-поступательного действия (фиг. 9).

Принцип работы устройства заключается в том, что абразивный состав, находящийся в соответствующем контейнере, неподвижен, а деталь, подлежащая обработке, погружается в него, и ей сообщается возвратно-поступательное движение.

Устройство состоит из стального корпуса прямоугольной формы; в верхней его части расположено приспособление,

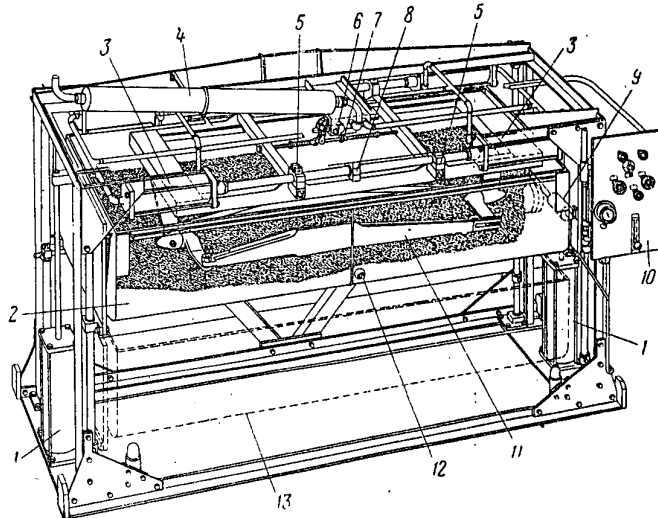


Фиг. 8. Различные абразивы на связке фирмы Norton.

13*

рассчитанное на установку двух полок лонжеронов, размещаемых горизонтально.

Каретка, несущая приспособление, движется с помощью четырех пневматических домкратов, работающих попарно и скрепленных между собой в продольном направлении поршневым штоком. Каретка также соединена с поршневым што-



Фиг. 9. Устройство возвратно-поступательного действия для обработки стальных полок лонжеронов.

1—домкрат для подъема резервуара; 2—резервуар с абразивной смесью; 3—каретка, несущая приспособление; 4—глушитель; 5—устройство, соединяющие каретку с поршневым штоком; 6—гидравлический клапан; 7—регулируемые кулачки, управляющие клапаном; 8—центральная неподвижная опора для поршневого штока; 9—домкрат для опрокидывания резервуара; 10—панель управления; 11—лонжерон; 12—дренажное отверстие; 13—резервуар в нижнем положении.

ком. Таким образом ей сообщается возвратно-поступательное движение, амплитуда которого регулируется пружинами, переключающими пневматический регулирующий клапан (частота движения каретки 60 ходов в минуту).

В нижней части корпуса машины находится резервуар с абразивным составом. Когда каретка начинает двигаться, резервуар медленно поднимается до тех пор, пока лонжероны полностью не погрузятся в абразивный состав. После этого резервуар механически закрепляется в верхнем положении двумя зажимными устройствами.

Движение полок лонжеронов первоначально используется для смешивания абразива, воды и поверхностноактивного состава, на что нужно приблизительно $\frac{1}{2}$ часа. Для окончательной обработки двух полок достаточно одного часа. Чтобы обеспечить одинаковую обработку всех поверхностей детали, приспособление, на котором они закреплены, через каждые 30 мин. поворачивают на 180° .

Для получения качественного абразивного состава очень важно правильно определить нужное количество воды. Доказано, что излишек воды приводит к хонингующему действию абразива, а недостаток вызывает его налипание на кромки, в результате чего образуется вязкая масса, оказывающая нагартовывающее действие. Во избежание этого полки лонжерона, полностью погруженные в абразивную массу, должны быть расположены на 25 мм выше уровня воды.

Устройство может работать в течение нескольких дней без смены абразива, хотя в течение этого периода необходимо поддерживать нужный уровень воды и по мере надобности добавлять поверхностноактивный состав. Высота неровностей после обработки оценивается в 0,7 мк.

А. Т. Филиппкин и К. В. Пичета

Источники: «Machinery» (L.), 1957, v. 90, № 2318, p. 867—874; № 2319, p. 923—926; «Aircraft Production», 1957, v. 19, № 1, p. 2—7; «Metal Progress», 1956, v. 70, № 1, p. 88—90; «Plating», 1957, v. 44, № 3, p. 283.

Сокращение сроков разработки самолетов

В октябре 1955 г. Министерством обороны США была создана комиссия по изучению причин большой продолжительности цикла разработки изделий (от появления предложения на разработку того или иного самолета до принятия его на вооружение). Комиссия закончила работу в феврале 1957 г.

По согласованию с руководством ВВС, армии и флота были выработаны рекомендации по:

- а) созданию четких требований к новым самолетам;
- б) укреплению состава ВВС, армии и флота, руководящего программами разработки самолетов;
- в) улучшению организации проектирования, испытаний и производства самолетов.

Комиссия отметила, что в среднем от выработки предложения до принятия самолета на вооружение проходит около 10 лет. Почти половина этого времени тратится на формулировку требований и создание планов работ.

Чтобы устранить такое положение, следует более систематизировано и полно планировать будущие потребности, учитывать все поступающие предложения, четко определять требования к каждому новому изделию, тщательнее продумывать решения о проведении новых видов разработок. Для обеспечения этого во флоте организована группа перспективного планирования исследований и разработок самолетов и выпущен специальный справочник по этим вопросам; в ВВС создана методика контроля за исследованиями, проводимыми в промышленности, и значительно уменьшено время, отводимое для утверждения планов новых систем. В то же время и в ВВС, и во флоте для формулировки требований представляется большее время.

Быстрота и эффективность работ по созданию новых самолетов во многом зависят от квалификации и прав лиц, руководящих ими. В этой связи комиссия предложила провести ряд организационных мероприятий.

В ВВС США назначен один, а во флоте — десять руководителей программы разработки самолетов; все они должны пройти специальную подготовку; кроме того, рассматривается вопрос о специальной подготовке всего состава работников отделов, ведающих разработкой систем вооружения. Изыскиваются способы усиления связей этих отделов с фирмами через представителей Управления материально-технического снабжения (Air Material Command).

Для улучшения руководства разработками систем вооружения необходимо, чтобы руководители сменялись как можно реже и чаще бывали на заводах фирм. С этой целью в ВВС США установлен четырехлетний минимальный срок работы в управлении материально-технического снабжения, и от трех до пяти лет — в Управлении исследований и усовершенствований.

Для повышения авторитета, расширения прав руководителей и оказания им помощи необходимо обеспечить более тщательное наблюдение за проведением разработок со стороны высших представителей правительства.

Интерес для промышленности представляют рекомендации комиссии и соответствующие им мероприятия со стороны ВВС и флота, касающиеся порядка проведения разработки, испытаний, материального обеспечения и производства нового вооружения.

Летные испытания нового изделия часто длятся более двух лет. При этом потеря опытного самолета в процессе испытаний может задержать этот этап разработки. В ВВС и во флоте США предполагают строить от 25 до 30 опытных самолетов для одновременных их испытаний (с целью ускорения испытаний). Убыстрение достигается еще и за счет того, что каждая фирма должна обеспечить изделия запасными частями.

Для того, чтобы Министерство обороны ответило на предложение промышленности о проведении разработки, нередко требуется более года, после чего в течение нескольких месяцев это предложение оценивается в ВВС или во флоте. Кроме того, несколько месяцев нужно для заключения договоров на изготовление изделий. Рассмотрение требований поставщиков на необходимое для выпуска продукции оборудование занимает 250 дней.

Для устранения такого положения проведен ряд мероприятий.

Министерство обороны предоставило ВВС и флоту право финансировать затраты на промышленное оборудование стоимостью до 500 тыс. долларов. Там, где возможно, договоры на приобретение оборудования оформляются ими параллельно с договорами на поставку комплектующих изделий. При этом ВВС и флот готовят договоры на приобретение комплектующих изделий для последующего их одобрения в Министерстве обороны.

Руководители программ вооружения получили право самостоятельно принимать решения о понижении требований, оговоренных в технических условиях, при поступлении соответствующих просьб от поставщиков.

В отчете комиссии указывается, что ВВС и флот США предполагают провести конференцию с руководителями промышленности для обсуждения вопросов сокращения сроков разработок новых изделий и доложить правительственным органам о результатах проведенной работы.

В. И. Моренов

Источник: «American Aviation», 1957, March 11, p. 21—23.

Новый высотомер

Командованием авиационных исследований и усовершенствований ВВС США разработан для применения на находящихся сейчас в производстве истребителях новый тип высотомера, который устраняет необходимость отсчета показаний трех стрелок для определения высоты.

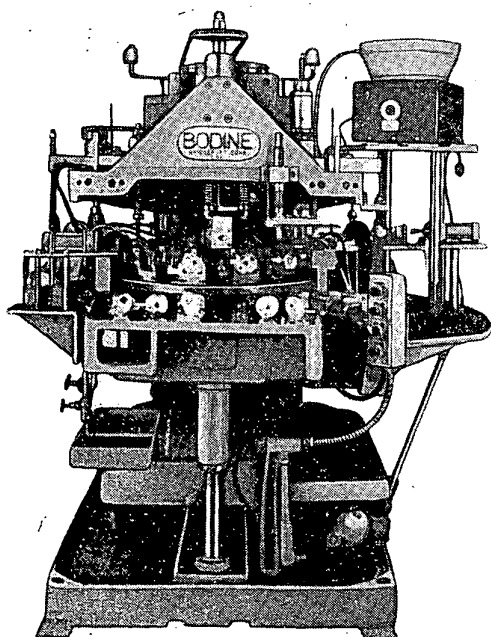
Новый прибор, известный как «высотомер с барабанным указателем», предназначен для того, чтобы упростить индикаторное устройство и путем устранения двух стрелок, имеющих в стандартных высотомерах, и сохранения лишь стрелки, показывающей сотни футов, исключить возможную ошибку

летчика при отсчете. Тысячи и сотни тысяч футов отсчитываются на барабане, который можно видеть через вертикальную прорезь в шкале.

В приборе имеется также шкала нового типа для измерения барометрического давления с четырехзначным счетчиком для более быстрого и точного отсчета и установки. Новый высотомер не больше по габаритным размерам и не тяжелее стандартных высотомеров, которые сейчас находятся в употреблении.

Источник: «Western Aviation», 1957, X.

Механосборочные автоматы



Автомат с делительным столом для обработки корпуса электродвигателя стеклоочистителя.

В последнее время значительно расширилась область применения специальных станков. Так, например, созданы автоматы, совмещающие механические и сборочные операции. Рассмотрим автомат с делительным столом, представленный на фигуре в начале статьи.

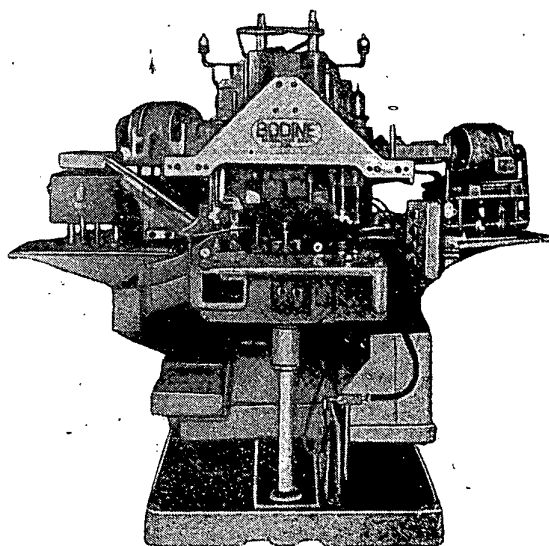
В процессе обработки корпуса двигателя стеклоочистителя необходимо сверлить, развертывать и зенковать несколько отверстий. Автомат при этом работает по следующему циклу. На первой позиции бобышка, через которую проходит валок двигателя, подрезается на требуемую высоту. Далее деталь передается на сборочную позицию, к которой по направляющим (на фигуре справа, вверху) подводятся втулки. На этой позиции втулка запрессовывается в бобышку, а на следующих обрабатываются остальные отверстия. На последней позиции отверстиям во втулке придаются окончательные размеры. Производительность автомата в несколько раз выше, чем при ручной запрессовке и последующей обработке на других станках; кроме того, экономится производственная площадь.

Другим примером совмещения механической обработки со сборкой может служить автомат (фиг. 1) для обработки и сборки фланца (фиг. 2). Фланец устанавливается на станке без останковки шпинделей. Затем, перпендикулярно оси фланца, сверлится и нарезается отверстие, в которое на последней позиции ввинчивается винт. При следующем повороте стола деталь снимается со станка. Производительность автомата — 22 детали в минуту.

Автоматические станки применяются и для сборки узлов. Сборочный автомат, изображенный на фиг. 3, предназначен для сборки кожухов из пластмассы. Из правого качающегося магазина подается соответственно ориентированная нижняя часть кожуха, которая укладывается в приспособление на поворотном столе. Сверло проходит через отверстие в кожухе, снимает заусенец и одновременно калибрует отверстие. На следующей позиции на сопрягающиеся поверхности частей кожуха наносится клей, под действием которого они размягчаются и становятся липкими. (Сосуд с клеем виден на фигуре слева, за колонной.) Затем из левых магазинов подаются соответственно ориентированные верхние части,

которые прижимаются к нижней. Через каждые две секунды с автомата снимают склеенные кожухи.

Сборочный автомат, показанный на фиг. 4, собирает четыре детали в один узел (фиг. 5). Из правого переднего качающегося магазина на первую позицию подается и устанавливается тарелочка. На второй позиции в отверстие тарелочки вводится штифт. Большой магазин (на фигуре слева, внизу) подает пружины таким образом, чтобы они надевались на штержень. Наконец, на третьей позиции запрессовывается верхняя тарелочка. Производительность автомата — 40 узлов в минуту.



Фиг. 1. Автомат для обработки фланца.

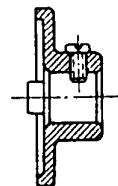
Как известно, у большинства пластин реле, используемых в электроприборах, применяются контакты из драгоценных металлов (чаще всего из серебра). Контакты обычно имеют сферическую головку и цилиндрический стержень, т. е. обладают формой заклепки. По размеру они невелики. Наибольший диаметр полукруглой головки контакта — 2 мм, высота ее — 0,6 мм. Длина стержней 0,9—2,7 мм (в зависимости от назначения контакта), диаметр — 0,9 мм.

При сборке пластин контакты пинцетом вставляют в отверстия пластинок и расклепывают на прессе.

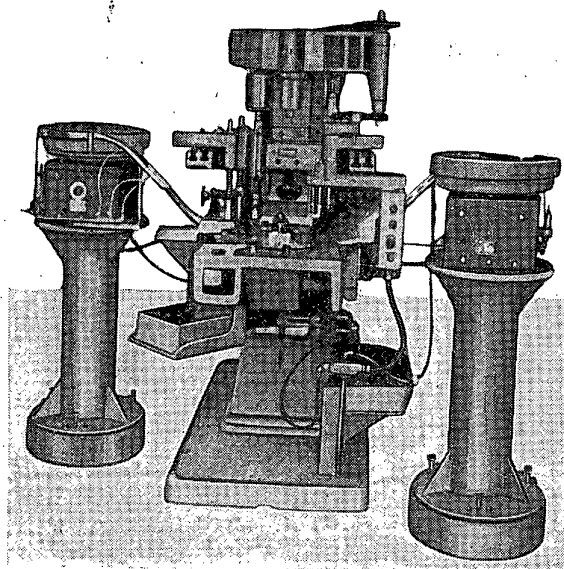
С целью механизации этого трудоемкого процесса одной немецкой фирмой, производящей телефонную аппаратуру, был создан специальный автомат для получения контактов и их сборки с пластинами.

Из-за высоких требований к точности изготовления стоимость автомата оказалась значительной; тем не менее, благодаря его большой производительности, себестоимость пластин реле была ниже, чем при ручной сборке. Кроме того, стало легче учитывать и регистрировать готовые пластины. Однако опыт эксплуатации автомата все же показал, что следует искать более простые методы изготовления пластин реле. При новом варианте технологического процесса отказались от совмещения изготовления контактов и их приклеивания к пластинам. Контакты изготавливают на специальных автоматах или полу-чают от поставщиков.

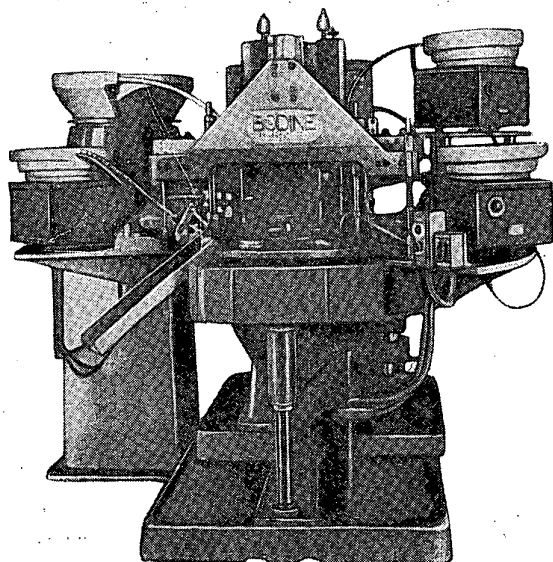
Применяемые для расклеивания прессы модернизированы таким образом, чтобы контакты не приходилось вручную пинцетом вставлять в отверстия пластины. Для этого контакты закладывают в направляющие, из которых рабочий вытяги-



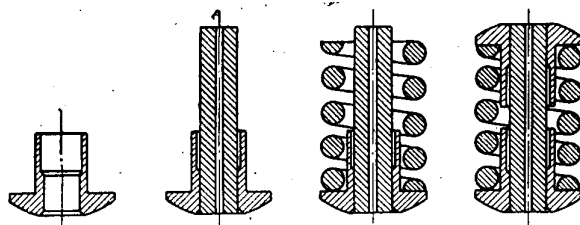
Фиг. 2. Фланец.



Фиг. 3. Автомат для сборки пластмассовых кожухов.

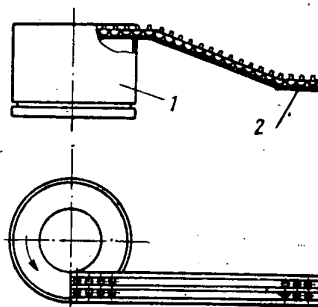


Фиг. 4. Автомат для сборки пружинных амортизаторов.



Фиг. 5. Последовательность сборки пружинных амортизаторов на автомате.

вает их пластиной, надевая ее на них отверстиями. Установив пластину под пуансон, рабочий запускает пресс, и контакты расклепываются. Производительность данной операции существенно повышается, если оборудовать пресс вибрационным магазином. Магазин состоит из бункера, в который засыпаются контакты. От электромагнитной муфты ему сообщаются колебания (величину их можно регулировать), бла-

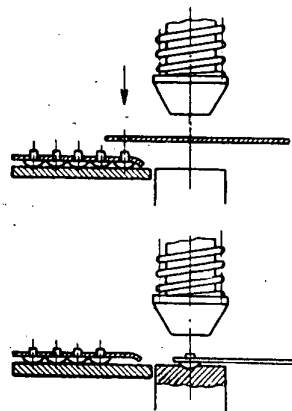


Фиг. 6. Схема устройства для подвода контактных наконечников к заклепочному прессу:

1—вибратор; 2—двухручьевые направляющие.

годаря которым находящиеся в бункере контакты перемещаются по винтовым направляющим к сортировочным каналам.

Сортировочный канал для двухконтактной пластины реле имеет двухручьевые направляющие (фиг. 6) и заканчивается у самого приемника контактов. Пластина своими отверстиями надевается на два рядом расположенных в сортировочном

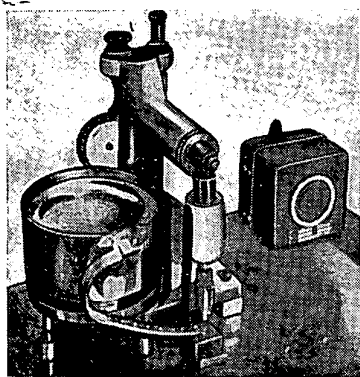


Фиг. 7. Надевание релейной пластинки на контакты и расклепывание.

канале контакта, затем вместе с ними перемещается в рабочее положение под пуансон и после пуска пресса контакты расклепываются (фиг. 7).

У контактов с длиной стержня до 1,3 мм, предназначенных для односторонней работы, центр тяжести находится в головке. Поэтому они всегда занимают в сортировочном канале положение стержнем вверх. Если канал заполнен или контакт попадает в него в другом положении, он снова возвращается в бункер.

У контактов с длиной стержня 2,7 мм, применяющихся для пластин реле двустороннего действия, центр тяжести переме-



Фиг. 8. Пресс с электронным реле времени, бункером с вибратором и дугообразными двухручьевыми направляющими.

щается. Поэтому они располагаются в спиральном канале бункера уже не стержнем, а головкой вверх. Для правильного подвода их к приемнику (вверх стержнем) сортировочному каналу придают дугообразную форму.

Для запрессовки контактов на пластинках реле одностороннего действия вполне приемлем обычный электромагнитный пресс (фиг. 8). Для расклепывания же контактов на пластинках двустороннего действия требуются большие усилия. В последнем случае, особенно при очень тонких пластинках, усилие прессования должно быть точным и постоянным, так как иначе пластину можно повредить. Поэтому обычные пусковые кнопки не пригодны для включения прессов. В данном случае лучше применять электронные пускатели с реле времени, аналогичные пускателям точечных сварочных автоматов.

По данным зарубежных журналов, описанные устройства хорошо зарекомендовали себя на практике.

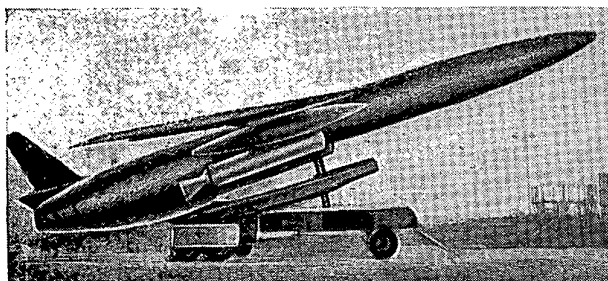
Я. Л.

Источники: «Werkstatt und Betrieb», 1956, № 10, S. 575; 1957, № 2, S. 147.

Хроника

Запуск самолета-снаряда «Snark M-62»

ВВС США сообщили, что самолет-снаряд «Snark M-62» (фиг. 1) фирмы Northrop, запущенный 31 октября 1957 г. с полигона управляемых снарядов (мыс Канаверал, шт. Флорида), пролетел с «беспрецедентной точностью» 8000 км до пункта в Южной Атлантике, находящегося вблизи острова Вознесения, с грузом, имитирующим водо-



Фиг. 1.

родный заряд. Самолет-снаряд «Snark» снабжен полностью автономной комбинированной астроинерционной системой наведения и имеет бесхвостую схему (горизонтальное оперение отсутствует), стреловидное тонкое крыло с верхним расположением, стреловидное вертикальное оперение с обычным рулем направления. Его силовая установка представляет собой ТРД Pratt-Whitney J-57, обладающий статической тягой 5000 кг. Воздухозаборник расположен в хвостовой части фюзеляжа снизу.

Снаряд запускается с передвижной стартовой установки без разбега, с помощью двух ускорителей, работающих на твердом топливе, с тягой по 15 т каждый. После прекращения работы ускорители сбрасываются, снаряд набирает крейсерскую высоту полета и летит к цели, постепенно увеличивая высоту по мере расходования топлива. Ему может быть задана программа выполнения маневров уклонения при подходе к цели с последующим пикированием на нее.

По имеющимся данным, взлетный вес снаряда 16—17 т, крейсерская скорость 0,9 М, высота полета у цели 18 000 м, дальность полета 8000 км.

ВВС США сообщили также, что в конце 1958 г. будет создана первая эскадрилья, вооруженная снарядами «Snark».

Интересно отметить, что, по данным английской печати, стоимость «Snark» составляет лишь 5% стоимости тяжелого стратегического бомбардировщика Boeing B-52.

«Interavia», 1957, № 3858; «Missiles and Rockets», 1957, X; «Flight», 1957, № 2498

Новый рекорд дальности полета, установленный на самолете Boeing KC-135

Новый рекорд дальности полета для самолетов с ТРД установлен 12 ноября 1957 г. на самолете-заправщике топливом в полете Boeing KC-135.

Этот самолет, на борту которого находилось 19 человек, пролетел без посадки и заправки топливом 10 100 км за 13 час. 7 мин., со средней скоростью 833,4 км/час.

В настоящее время ВВС США заказали фирме Boeing около 400 самолетов KC-135.

«Interavia», 1957, № 3855

Разработка метода обороны от баллистических снарядов дальнего действия

В США разрабатывается метод обороны от баллистических снарядов дальнего действия. Он основан на том, что вблизи траектории полета баллистического снаряда произойдет атомный взрыв, в результате которого создается поток нейтронов, вызывающих, в свою очередь, взрыв атомного заряда снаряда до того, как он достигнет цели.

Ракета, несущая атомный заряд, очевидно, должна иметь необходимую дальность, а следовательно, примерно соответствовать по своим размерам баллистическому снаряду; к цели она будет направляться радаром с дальностью действия ~4000 км.

Фирмы Convair и RCA работают над этим методом обороны уже в течение некоторого времени (проект Whisard).

«Interavia», 1957, № 3858

Изменение порядка ремонта управляемых снарядов

В ВВС США в настоящее время большую важность приобрела проблема проверки и ремонта управляемых снарядов, состоящих на вооружении.

Оборудование для проверки и ремонта снарядов класса «воздух—воздух», в конструкцию которых входит более 5000 деталей, стоит около 2 млн. долларов, что делает невозможным обеспечение таким оборудованием каждой базы истребительной авиации. Решено иметь на базах лишь проверочное оборудование и отправлять снаряды, нуждающиеся в ремонте, на заводы-изготовители на транспортных самолетах.

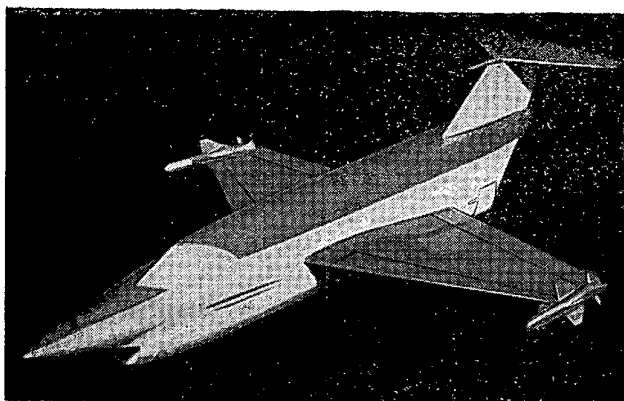
Большие снаряды будут проверять на базах, а в случае необходимости разбирать и отправлять отдельные узлы и агрегаты для ремонта также на заводы-изготовители. После возвращения из ремонта снаряды будут вновь собираться и подвергаться проверке.

Такая организация ремонта полностью отличается от практики, установившейся в отношении самолетов, которые проходили все виды ремонта на базах или ремонтных депо ВВС США.

«Missiles and Rockets», 1957; X

Самолет фирмы Saunders-Roe R-177

Фирма Saunders-Roe сообщила, что она строит для флота предсерийную партию самолетов R-177 (фиг. 2), имеющих смешанную силовую установку (ТРД de Havilland «Giron Junior» и ЖРД de Havilland «Spectre»). Главный конструктор фирмы заявляет, что ВВС ФРГ заинтересованы проектом самолета и фирма надеется получить от ФРГ заказ на серию таких самолетов.



Фиг. 2.

Согласно заявлению главного конструктора фирмы, самолет R-177 конструктивно будет представлять переходный этап от пилотируемых истребителей, состоящих на вооружении в настоящее время, к управляемым снарядам будущего. Более поздние модификации смогут использоваться в качестве беспилотных носителей управляемых снарядов.

Предполагается, что первый самолет будет готов для проведения летных испытаний в 1958 г.

Самолет имеет так называемую «укороченную» схему с треугольным крылом и горизонтальным оперением, расположенным на киле. ТРД установлен в нижней хвостовой части фюзеляжа, а ЖРД — над ним. Воздухозаборник ТРД находится под носовой частью фюзеляжа. В длинной заостренной носовой части фюзеляжа, возможно, расположены радар и оборудование автоматической системы управления огнем. На концах крыла размещены управляемые снаряды «Fyrstrik», класса «воздух—воздух».

Для того, чтобы улучшить посадочные характеристики, на всех серийных палубных самолетах R-177 будут устанавливаться закрылки со сдувом пограничного слоя. Это даст возможность эксплуатировать самолет на аэродромах со сравнительно короткими дорожками и будет являться преимуществом для его сухопутного варианта.

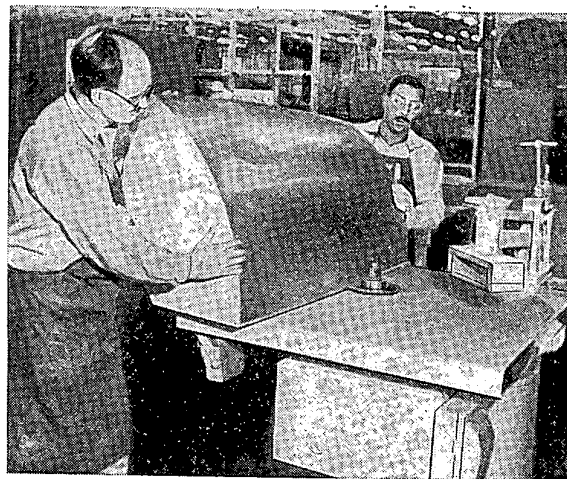
Летные характеристики самолета не опубликованы, но имеются сведения, что его максимальная скорость составляет

примерно 2 М, а боевой потолок значительно выше, чем у современных истребителей, состоящих на вооружении (т. е. минимум 16—18 км). Тяга ТРД «Giron Junior» не меньше 3175 кг, а тяга ЖРД «Spectre» около 3600 кг.

«Interavia», 1957, № 3833

Вакуумный присос для обрезки панелей обшивки

Фирма Martin (США) создала новое оборудование для упрощения обработки обшивок одинарной кривизны (фиг. 3). Фасонные алюминиевые обшивки носка управляемого снаряда «Matador» толщиной до 2 мм закрепляют при помощи вакуума на фасонной болванке и обрезают так, чтобы обеспечить точное соединение встык.



Фиг. 3.

Болванку изготавливают из стеклотекстолита по гипсовому слепку обшивки носка снаряда. Вес ее — 18,1 кг. Детали алюминиевой обшивки помещают на болванку и устанавливают по штифтам или лапкам, расположенным по краям припуска. Между деталью и сеткой вакуумных канавок создается вакуум и деталь прочно закрепляется в требуемом положении. Плотность присоса детали обеспечивается резиновыми круглыми прокладками диаметром 6,35 мм. Давление поддерживается постоянным при помощи трубки Вентури с быстродействующим разъединительным фитингом, предотвращающим искривление вакуумных шлангов во время обрезки детали.

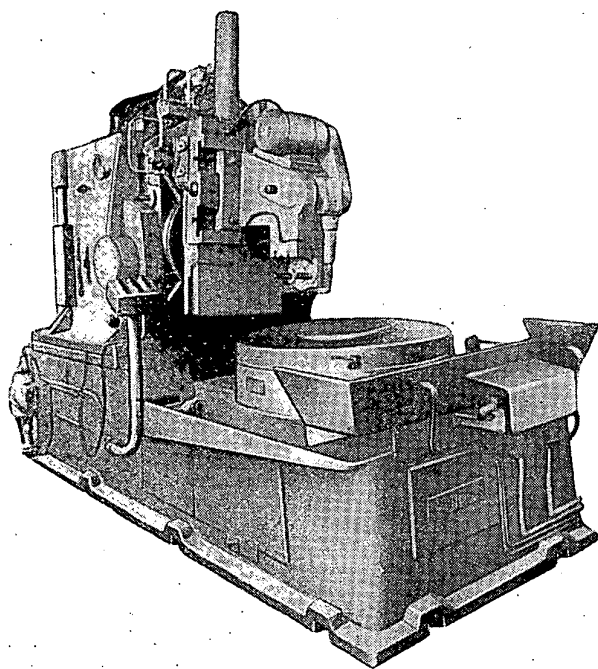
Плоскость прилегания болванки к столу тщательно обрабатана, что дает возможность производить обрезку с одной установки диска. Новый метод делает ненужными ручную обрезку и зачистку.

«Tooling», 1957, v. 11, № 4

Полуавтоматический фрезерный станок для обработки деталей реактивных двигателей

Одна из американских фирм выпустила новый полуавтомат для фрезерования наружных и внутренних фасонных корон в деталях корпусов реактивных двигателей диаметром 457—1370 мм (фиг. 4).

Диапазон чисел оборотов шпинделя станка 30—350 об/мин. Диапазон рабочих подач фрезерной головки 25,4—760 мм/мин. Ускоренный ход — 6350 мм/мин. Количество делений стола может изменяться (максимальное число делений 150). Направляющие фрезерной головки в случае необходимости поворачиваются до 30° в любую сторону от вертикали в



Фиг. 4.

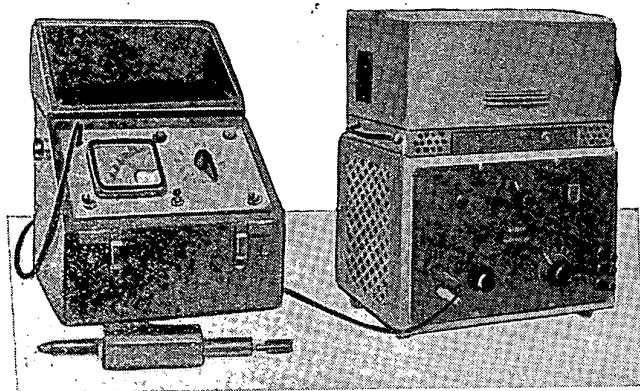
одной плоскости и до 10° в любую сторону от вертикали в другой плоскости. Для удобства загрузки и разгрузки деталей шпиндель и суппорт могут отводиться.

«Machinery» (N.-Y.), 1956, v. 62, № 11

Прибор Diavite для определения чистоты поверхности деталей в производственных условиях

Прибор (фиг. 5) состоит из индикаторной шкалы и трейсера, снабженного алмазом, который, в свою очередь, жестко связан с пьезоэлектрическим кристаллом. Трейсер медленно проводят вручную по всей поверхности детали, в результате чего возникают импульсы, эквивалентные чистоте поверхности, которые дают показания на индикаторной шкале. Эти показания могут быть записаны особым прибором.

Прибор применяется для определения чистоты поверхности в пределах от 6-го до 14-го класса точности. Диапазон действия прибора можно ограничить. Например, если установить его на 6-й класс точности, то показания на индикаторной шкале появятся лишь в том случае, когда чистота обработанной поверхности ниже 6-го класса.



Фиг. 5.

14—АП № 3

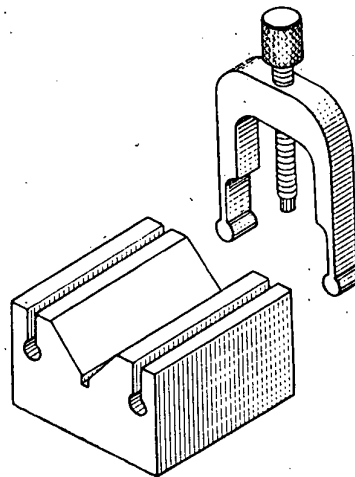
Прибор используется для определения чистоты поверхности небольших отверстий (диаметром до 19,05 мм) в плоских и круглых деталях.

Утверждают, что непостоянство величины давления на трейсер, являющееся результатом работы вручную, не оказывает влияния на точность показаний прибора.

«Tooling», 1957, v. 11, № 3

Усовершенствованное зажимное приспособление

В усовершенствованном зажимном приспособлении (фиг. 6) направляющие для установки скобы выполняются на той же плоскости, что и V-образный паз. В результате приспособление можно установить в пяти положениях вместо трех, как обычно.



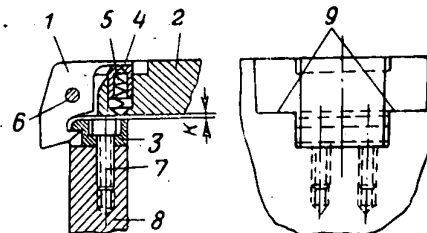
Фиг. 6.

Призма изготавливается из плоской заготовки. Если контур тщательно размечен, то точную форму можно получить на ленточной пиле с последующей опиловкой по разметке. Никакой другой обработки не требуется. Поверхность V-образного паза должна быть закалена и отшлифована.

«Tooling», 1957, v. 11, № 1

Малогабаритный запор

В приспособлениях, предназначенных для крепления мелких деталей приборов, не всегда можно использовать нормализованные запоры из-за их больших размеров. Учитывая этот недостаток, швейцарская фирма Schweiter применила для своих кондукторов малогабаритный запор (фиг. 7). Он



Фиг. 7.

состоит из качающейся собачки 1, монтируемой на оси 6 в крышке 2. Собачка поджимается через втулку 4 пружиной 5. Ее носик при закрытой крышке захватывает выступ скобочки 3, привинченной шурупами 7 к корпусу 8. Скосы на собачке и скобочке предназначены для автоматического запирания крышки при ее опускании. Для открытия запора необходимо нажать на верхнюю часть собачки и слегка оттянуть ее за скос назад.

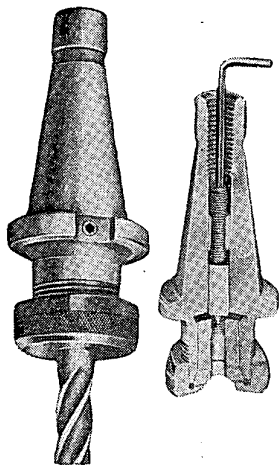
Скобочка монтируется в корпусе приспособления так, чтобы между ней и крышкой оставался зазор, а опорой для крышки служили выступы 9 корпуса. Боковой зазор не должен мешать запиранью; с этой целью скобочка делается на 2 мм шире собачки. Ширина зазора зависит от величины приспособления и обычно достигает 15—20 мм.

«Werkstatt und Betrieb», 1956, № 10

Цанговый патрон

Отделением английской фирмы BSA (Бирмингем) сконструирован новый патрон для закрепления инструмента, предназначенный главным образом для фрезерных станков. Он также может применяться на сверлильных и других станках, где используется инструмент с резьбой на хвостовой части.

Характерной особенностью патрона (фиг. 8) является быстросменный центр для регулирования в пределах 6 мм



Фиг. 8.

длины фрезы после заточки. На станке можно установить два или более патрона для одновременной работы, например для фрезерования двух пазов на одинаковую глубину (в пределах величины регулировки центра).

Инструмент с нарезанным хвостовиком вставляется во втулку, сидящую в корпусе патрона на шпонке. Отклонения в диаметре хвостовика компенсируются конусным разрезным зажимным кольцом, которое совместно с задним центром центрирует фрезу в патроне.

Патроны выпускаются двух типоразмеров: а) для крепления инструмента диаметром от 1,6 до 19 мм с четырьмя втулками и четырьмя зажимными кольцами; б) для крепления инструмента диаметром от 20,6 до 51 мм с тремя втулками и тремя зажимными кольцами.

«Tooling», 1957, v. 11, № 1

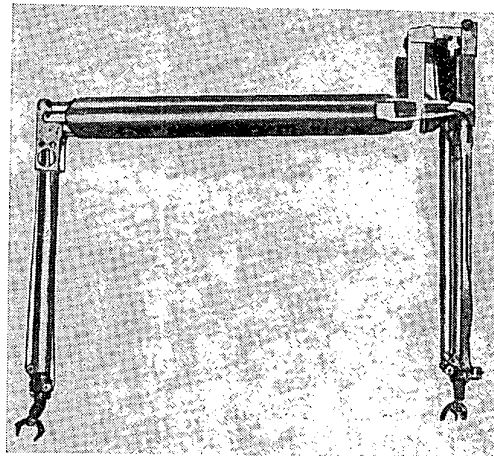
Механический манипулятор

Фирмой Savage and Parsons (Англия) недавно разработан механический манипулятор (фиг. 9) для дистанционной работы с радиоактивными материалами, помещенными в толстостенной камере (фиг. 10), надежно защищающей оператора от радиации.

Манипулятор состоит из рабочего органа (захватов), установленного в камере, и органа управления, снабженного тремя специальными трубками-пальцами и расположенного вне камеры.

При работе оператор вставляет пальцы в трубки-пальцы и выполняет все необходимые движения, которые повторяют захваты рабочего органа. Связь между трубками и захватами обеспечивается при помощи механической системы.

Захваты манипулятора и трубки-пальцы находятся на нижних концах полых цилиндрических поворотных рычагов, которые свободно перемещаются вверх и вниз в трубчатых



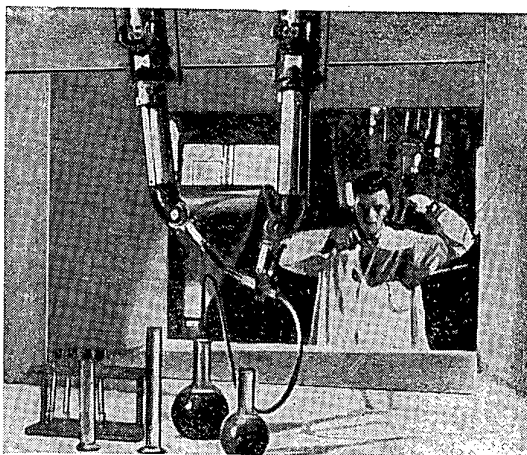
Фиг. 9.

направляющих. Последние шарнирно укреплены на концах полой соединительной трубчатой муфты. Длина ее дает возможность помещать манипуляторы в камере со стенками толщиной 1676 мм.

Благодаря такому устройству захваты манипулятора движутся в любом направлении на значительные расстояния. Кроме того, трубки-пальцы и захваты манипулятора могут поворачиваться в различных направлениях независимо от осевого перемещения (914 мм) направляющих рычагов. Таким образом, захваты фактически перемещаются в любое положение.

Манипуляторы рассчитаны на поднятие груза до 8 кг и воспроизведение движений человеческих рук. Движения захватов манипулятора наблюдаются оператором через смотровое окно испытательной камеры.

Чтобы облегчить наблюдение за работой захватов при экспериментах, проводимых в больших камерах, фирма Marconi's Wireless Telegraph разработала компактную стереоскопическую телевизионную установку. На экране телевизора



Фиг. 10.

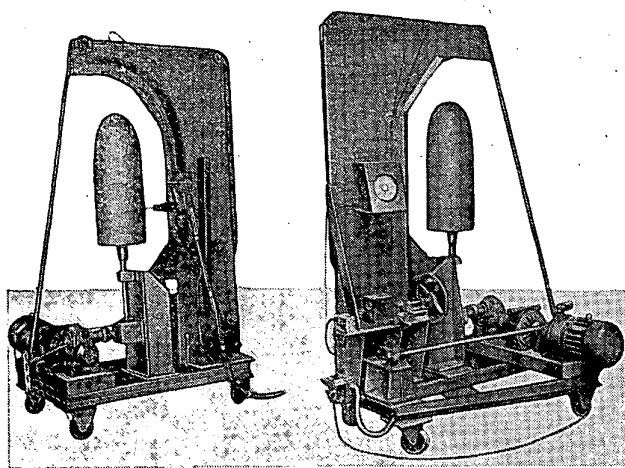
размером 356 мм получают трехмерное изображение захватов. В настоящее время фирма уже поставила две пары таких манипуляторов атомному центру (г. Гарвелл).

Кроме того, фирма занимается созданием сервоманипуляторов для совместной работы с телевизионной системой фирмы Marconi, что позволит работать с радиоактивными материалами на расстоянии до 800 м.

«Machinery» (L.), 1957, v. 90, № 2313

НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ВЫСТАВКАХ И КОНФЕРЕНЦИЯХ

1-я Международная конференция по металлизации



Механизированная установка для нанесения металла распылением.

Как известно, существуют два основных способа металлизации: газовая и электрическая. При газовой металлизации источником тепла служит пламя от сгорания смеси горючего газа (ацетилен, пропанбутановой смеси, нефтяного газа, метана и других природных газов) с кислородом, при электрометаллизации — пламя электрической дуги или токи высокой частоты.

Как в отечественной промышленности, так и за границей металлизация получила наиболее широкое применение в следующих областях:

1. Нанесение на поверхность стальных деталей цинка, алюминия, свинца с целью защиты их от коррозии.
2. Нанесение на малоуглеродистую сталь покрытия из алюминия для придания ей жаростойкости. Процесс состоит в покрытии поверхности стали слоем алюминия и его последующей термической обработке, в результате которой он диффундирует в сталь и образует на ее поверхности тонкий слой железо-алюминиевого сплава, очень стойкий при высокой температуре благодаря пленке окиси алюминия.
3. Нанесение антифрикционных покрытий при изготовлении и восстановлении подшипников скольжения, втулок и других подобных деталей. Эти покрытия обладают пониженным коэффициентом трения и, по сравнению с литыми антифрикционными сплавами, хорошей прирабатываемостью, высокой износостойкостью и долговечностью.
4. Нанесение покрытия для восстановления изношенных деталей.

В целях обобщения научных исследований и передового опыта в Галле (ГДР) была проведена 1-я Международная

конференция по вопросам металлизации. На конференций были представлены ГДР, ФРГ, Англия, Франция, Чехословакия, Польша и СССР. Было прочтено 16 докладов, в которых отражено развитие и применение металлизации в различных странах. Ряд докладов посвящен совершенствованию аппаратуры для металлизации.

Доклады делились в основном на четыре группы: металлизация для защиты от коррозии; металлизация для защиты от образования окалины (алитирование); металлизация бронз для получения антифрикционных сплавов; новые способы распыления металла и совершенствование оборудования для металлизации.

В докладе «Возможности металлизации сваркой» Георги (ГДР) сообщил о металлизации пугем распыления порошка окислов металлов в сварочном пламени. Порошок распыляется газовым аппаратом с нейтральным пламенем при давлении ацетилена 1,1 *ати* (расход 1300 л в час), а кислорода 4 *ати* (расход 1300 л в час). Давление сжатого воздуха 1,5 *ати*. Изделия подвергаются предварительному нагреву до 100° С.

Хорошие результаты достигаются тогда, когда пламя имеет удлиненную форму, благодаря чему поверхность частиц металла при прохождении через него только слегка расплавляется; лежащие же сверху твердые кристаллы защищены от внезапного охлаждения.

В тех случаях, когда сцепление, которое обеспечивает металлизация с помощью расплавления проволоки в ацетиленовом пламени или электрической дуге, недостаточно, применяют так называемый колмоной-способ. При этом способе металлизацией наносится слой порошка из сплава хром-никель-бор, который затем нагревается до 1100° С, и происходит спекание и диффузия. После нагрева его медленно охлаждают в пламени. В результате получается слой, обладающий большой износостойкостью и коррозионной стойкостью. Этот способ используется при изготовлении насосов для перекачки кислот.

В докладе «Состояние исследований газовой металлизации в Чехословацкой Республике» Колек и Поспешил говорили о том, что металлизация получила широкое применение в Чехословакии с 1948 г., когда для этой цели начали разрабатывать отечественную аппаратуру. В 1950 г. был создан исследовательский Институт защиты материалов, который также занялся вопросами металлизации. С этого времени меняется взгляд конструкторов на металлизацию: теперь они видят в этом способе средство защиты от коррозии и износа, а также восстановления деталей машин. Чешские инженеры начали изучение явлений, происходящих при металлизации: процессов расплавления проволоки, возникновения металлических частиц и т. д.

В докладе «Развитие техники металлизации и главные области ее применения в Англии» Баллард указал на различный характер развития металлизации в Англии и Америке.

Так как первые патенты на способ металлизации находились в руках людей, не заинтересованных в техническом

прогрессе, то до 1935 г. в Америке развитие металлизации тормозилось. Однако впоследствии оно пошло быстрее, чем в Англии. Вследствие очень высокой стоимости рабочей силы в Америке стремились к максимальному увеличению производительности, иногда даже за счет качества. Американские компании все внимание сосредоточили на создании высокопроизводительных аппаратов для восстановительных работ.

Докладчик отметил, что развитие металлизации в Англии происходило иным путем. Там существуют независимые учреждения, работающие над совершенствованием этого процесса и не исходящие из коммерческих соображений. Среди них:

1. Государственные учреждения, заинтересованные в применении этого способа в военной промышленности, особенно в авиационной.

2. Химическая исследовательская лаборатория в Теддингтоне, которая проводит испытания для всех государственных предприятий.

3. Исследовательские учреждения, созданные отделом научных и промышленных исследований и поддерживаемые различными отраслями промышленности страны (Британское исследовательское общество стали и железа, Британское исследовательское общество цветных металлов).

4. Некоторые университеты, проводящие изыскания в этой области.

Основное внимание было уделено получению надежных цинковых покрытий. Комитет по вопросам коррозии Британского общества железа и стали на основании проведенных им исследований установил, что срок службы таких покрытий при всех условиях работы пропорционален толщине и не зависит от способа их нанесения. Металлизированные покрытия имеют два преимущества: их можно использовать для громоздких конструкций, и они имеют шероховатую поверхность, которую не нужно предварительно обрабатывать для нанесения краски. Покрытие цинком посредством металлизации теперь заменяет все другие способы (цинкование погружением и др.).

Нанесение алюминия для защиты стали от атмосферной коррозии было разработано на основании исследований, проведенных Институтом королевской авиации в Форбурсе и, кроме того, докт. Эвансом в Кембриджском университете. Было установлено, что при известных условиях алюминиевые покрытия обеспечивают более эффективную защиту, чем цинк. Работа докт. Чемпиона из Британской алюминиевой компании показала, что наилучшая защита достигается при покрытии алюминия чистотой 99,5%, но при условии, что его посторонние примеси не содержат меди. На основании этого в начале второй мировой войны было решено покрывать металлизацией водородные баллоны, которые применялись для заграждения от налетов авиации. Эти баллоны, изготовленные из хромомолибденовой стали, имели довольно тонкие стенки с тем, чтобы максимально снизить вес; поэтому здесь была особенно велика опасность коррозии. 200 000 таких баллонов были покрыты слоем алюминия толщиной 0,1 мм. Их использовали во всех частях света, причем за все время не было случая значительной коррозии. Основываясь на этих результатах, подвергли металлизации еще 60 000 таких стальных конструкций. Для этого была создана автоматическая установка с 28 соплами, которая работала безупречно.

При нанесении слоя алюминия толщиной не более 0,1 мм в известных условиях он приобретает коричневую окраску. Она возникает под воздействием чистой дождевой воды, когда алюминий является по отношению к стали катодом. В течение нескольких часов образуется достаточное количество железной соли для того, чтобы окрасить гидрат алюминия. Если же капли дождя слегка кислые, как это обычно и бывает в промышленных районах, то коричневая окраска не возникает. Однако эта окраска, по цвету мало отличающаяся от ржавчины, не снижает качество защиты металлических конструкций. Иногда под слой алюминия наносится тонкий слой цинка, но докладчик считает его ненужным. Металлизированный слой лучше всего покрывать обычной красной глифталевой грунтовкой. Не следует применять краски, содержащие битум или графит.

В районах химических заводов, где в воздухе содержится много солей аммиака или нитратов, предпочтение следует отдавать цинку. Последний себя оправдывает даже при наличии большого количества паров азотной кислоты. С другой стороны, установлено, что покрытия цинком нельзя использо-

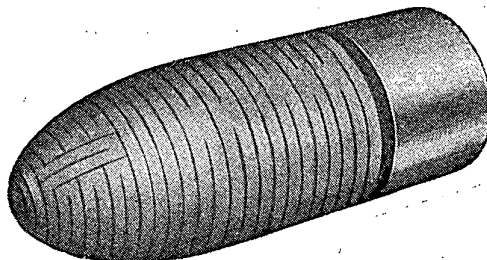
вать в воде с температурой выше 60°С, так как полярность цинка в этих условиях меняется.

Алюминий всегда применяется в мягкой воде, но если водопроводные трубы — медные, то алюминий неблагоприятен, так как в этом случае небольшое количество меди вызывает сильную коррозию. В последнее время алюминий все чаще покрывают не только стальные детали, но и высокопрочные алюминиевые сплавы.

Нередко алюминий лакируют прокатанные профили. Однако для прессованных и литых деталей это выполнить сложно. Очень эффективно покрытие слоем алюминия толщиной до 0,1 мм для защиты от коррозии, а также для предотвращения электрохимических явлений при соприкосновении алюминиевых деталей со стальными.

В Англии для алитирования применяется специальная краска, содержащая битум. Свеженанесенный распылением слой алюминия толщиной 0,2 мм покрывается краской, и все изделие помещается в горячую печь, где нагревается с максимальной скоростью до 850°С. Через 10 мин. изделие вынимают из печи и охлаждают.

В настоящее время, кроме этого чрезвычайно эффективного способа алитирования, при котором атмосфера печи должна быть восстановительной, разработан способ нанесения слоя алюминиевого сплава распылением проволоки с



Фиг. 1. Обтекатель газовой турбины с антиобледенителем.

Слой металла нанесен металлизацией.

0,75% кадмия. В этом случае атмосфера печи должна быть окислительной, проникание слоя однородное и на большую глубину. На покрытии не остается кадмия. Указанным способом рекомендуется алитировать детали печей, выхлопные трубы и соляные ванны.

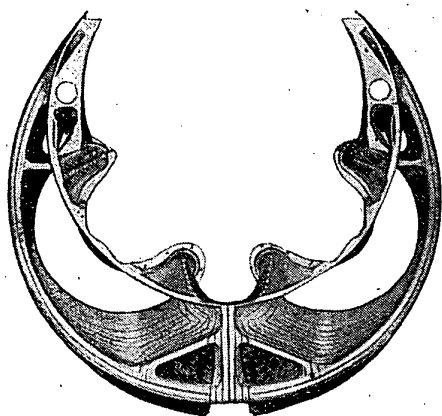
Для работы при температуре выше 900°С используются покрытия из никельхромистых сплавов, которые иногда нагревают в печи в течение часа при 1150°С.

Кроме того, металлизацией покрываются и неметаллические материалы, в частности изоляторы, стекла радиоламп. С успехом наносится до 100 кг металла. Однако при нанесении большого количества металла могут образовываться трещины, так как при этом создаются внутренние напряжения. После войны сконструирована установка с 32 соплами в одном ряду и единым управлением для покрытия металлом бумаж.

В Англии есть специальная фирма (Napier), занимающаяся проблемами антиобледенения. Эта фирма широко использует металлизацию для нанесения слоя металла на ряд авиационных деталей (фигура в начале статьи и фиг. 1—4), которые подвергаются обледенению в полете. Этот слой обладает большим электросопротивлением. Пропуская через него электрический ток, получают быстрый местный разогрев, предупреждающий обледенение.

В докладе «Пластические свойства нанесенных распылением диффузионных слоев алюминия на сталь» представитель Польши Гебальский указал на необходимость последующей термической обработки стальных изделий, покрытых алюминием.

В процессе термической обработки при высокой температуре (800°С) благодаря диффузии образуется слой, представ-



Фиг. 2. Обтекатель самолета с антиобледенителем.

Слой металла нанесен металлизацией.

ляющий собой твердый раствор алюминия в α -железе, причем твердость его уменьшается по мере углубления и достигает 400—350 кг/мм² (микротвердость поверхности после обработки составляла 750 кг/мм²). Диффузионный слой выдерживает значительную деформацию при испытании на изгиб, растяжение и сплющивание. В структуре этого слоя после повторной проковки образования трещин и отслаивания не наблюдается.

Если нанесенный слой не подвергается термообработке, то при деформации основного металла он тотчас же отпадает. Недостаточные температура отжига и время выдержки также вызывают при деформации отслаивание и появление трещин.

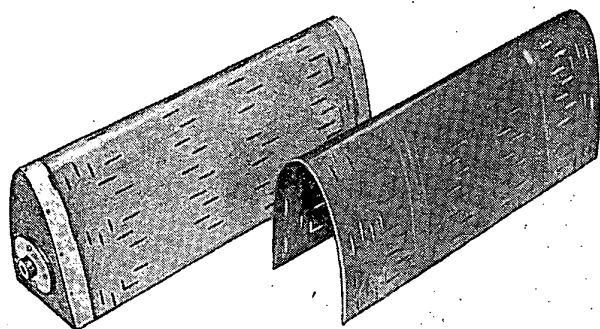
Возможность получения диффузионных слоев, не отслаивающихся при проковке, позволяет неоднократно проковывать стальные изделия без образования окалины.

Для многократной тепловой деформации рекомендуется толщина слоя 0,3 мм, для разовой деформации — 0,2 мм. В качестве защитного слоя против окисления алюминия в первой стадии обработки нужно использовать жидкое стекло 36° по Бомэ.

Алюминиевые диффузионные слои следует применять для изделий, подвергающихся деформации при высоких температурах и склонных к образованию окалины в процессе работы.

В докладе «Изготовление антикоррозионных металлизированных покрытий из бронзы с последующей термической обработкой» Тримборна (ГДР) было показано, что взамен литых бронзовых деталей, работающих в условиях коррозионного воздействия (таких, как плунжеры насосов, — фиг. 5), целесообразно и выгодно применять стальные, покрытые оловянистой бронзой (фиг. 6).

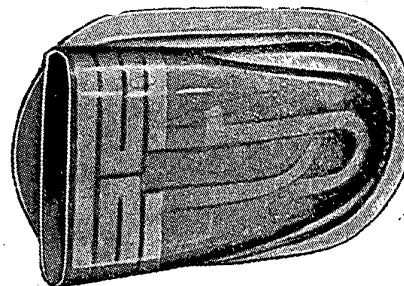
В докладе «Влияние подготовки поверхности и условий распыления на адгезию



Фиг. 3. Шаблон для нанесения антиобледенителя и часть передней кромки крыла.

распыленных металлических покрытий» Дражкевича (Польша) сообщалось о повышении прочности сцепления металлизированного слоя разных металлов (свинца, цинка, алюминия, латуни, свинцовой бронзы и сплава алюминий—свинец) с основным металлом благодаря предохранительному нанесению промежуточного слоя проволокой из малоуглеродистой стали.

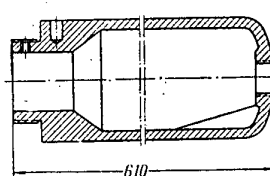
В докладе «Развитие металлизации в Польской Народной Республике» Лапинский рассказывал, в каких организациях и институтах изучаются вопросы металлизации в Польше и в каком направлении проводятся исследования. В Польше работы ведутся в трех направлениях: 1) защита от коррозии; 2) покрытие с целью создания более износостойкого слоя в трущихся частях; 3) восстановление изношенных деталей.



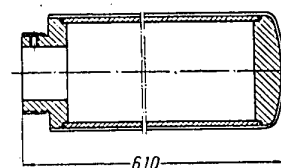
Фиг. 4. Воздухозаборник из стекловолокна со слоем металла, нанесенным металлизацией.

В докладе «Усовершенствование конструкций аппаратов для распыления» Вагнера (Чехословакия) сообщалось о работах по усовершенствованию конструкций металлизаторов с газовым пламенем (фиг. 7—8).

В докладе «Стальная проволока, применяемая для распыления, и ее влияние на свойства нанесенного слоя из стали» Пун-



Фиг. 5. Литой плунжер.



Фиг. 6. Сварной плунжер из стали со слоем оловянистой бронзы, нанесенным металлизацией.

геля и Краутмахера (ФРГ) приведены результаты исследований по металлизации стали проволокой с различным содержанием углерода. Указаны три оптимальных химических состава проволоки: 0,1%; 0,4—0,6%; 0,8% С и 1% Сг. По данным последних исследований можно также рекомендовать применение проволоки для металлизации газовым пламенем с 0,9% С и для металлизации пламенем электрической дуги с 0,4—0,5% С.

В докладе «Свойства скольжения металлизированных подшипников из алюминия и бронзы, содержащей графит» Кретчмара (ГДР) показано, что подшипники, металлизированные оловянистой бронзой с графитом или без него, могут выдерживать такие же удельные нагрузки, как и отлитые центробежным способом. Такие подшипники благодаря лучшей прирабатываемости более равномерно прилегают к валу, чем изготовленные другими способами.



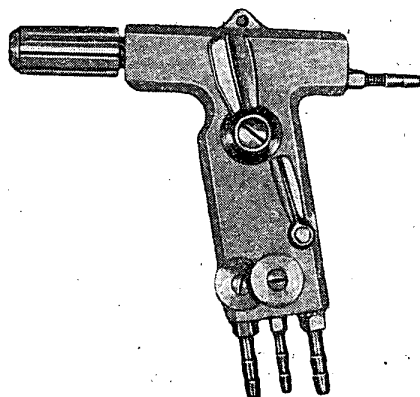
Фиг. 7. Металлизатор для распыления проволоки из цинка и алюминия.

В докладе «Развитие металлизации во Франции» Хедде было сообщено об успешном применении металлизации цинковым покрытием толщиной 0,08 мм в борьбе с коррозией при длительной эксплуатации шлюзовых ворот; изделие проработало 30 лет.

Стальные детали опор, покрытые слоем свинца толщиной 0,3 мм, проработали 10 лет в условиях воздействия паров кислоты, содержащейся в отходящих газах локомотивов, и пригодны к дальнейшей эксплуатации.

Дымовая стальная труба, покрытая слоем алюминия толщиной 0,12 мм, продолжительное время находилась в условиях воздействия паров кислот, а также отходящих газов и продолжает эксплуатироваться.

В докладе «Применение металлизированных покрытий в химической и пищевой промышленности» Ковальский (Польша) сообщил, что металлизация используется не только как средство борьбы с коррозией, но и для экономии цветных металлов и высоколегированных сталей. По новой технологии конструктивные детали изготавливаются из обычной стали и покрываются коррозионноустойчивым металлом.



Фиг. 8. Металлизатор для распыления как металлов, так и неметаллических материалов.

В текстильной промышленности взамен листового свинца начали применять для защиты железных конструкций, находящихся под воздействием агрессивных растворов, покрытие из свинца толщиной 0,3 мм, нанесенное металлизацией. Этот слой уплотняли, обрабатывая вращающимися щетками и пропитывая лаком и раствором сульфата бария. При этом была достигнута экономия свинца. Этот способ применяется также при изготовлении установок для поглощения пыли и некоторых вредных газов.

В пищевой промышленности алюминием металлизуют молочные сосуды (цистерны из простой стали), благодаря чему экономится нержавеющая сталь и алюминий. Алюминием покрывают не все изделие, а составные части, причем оставляют непокрытыми кромки для сварки. После сварки металлизуют швы и прилегающие зоны. Для получения гладкой поверхности и нужной плотности покрытие обраба-

тывают вращающимися щетками и пропитывают церезин-парафиновой смесью.

Опытными работами установлена возможность покрытия алюминиевым и цинковым слоем толщиной 0,2—0,3 мм стальных цистерн для перевозки горючего (бензина, бензола и др.).

Для металлизации можно применять покрытия из нержавеющей стали, свинца и алюминия при условии, что воздействие агрессивных жидкостей происходит не при повышенной температуре.

В докладе «Значение металлизации в Федеральной Республике Германии» фон Хофе сообщил, что в отличие от распространенных конструкций металлизаторов разработан пистолет облегченного типа, в котором механизм для подачи проволоки является отдельным агрегатом. Проволока поступает в зону плавления через гибкий шланг, подобно тому, как это происходит при дуговой электросварке в защитной среде с плавящимся электродом.

Создан также прибор с камерой сгорания. В нем проволока расплавляется и распыляется сильно нагретым горючим газом, образующимся в особой камере. Работает прибор без сжатого воздуха, благодаря чему нанесенный металл содержит очень мало окислов.

Область применения металлизации в ФРГ — защита от коррозии громоздких изделий, таких как фермы, мачты электропередач, корпуса судов. Для защиты от коррозии при повышенных температурах наносится алюминий. Так, трубопроводы, покрытые алюминием, и через год были в хорошем состоянии, в то время как краску приходилось возобновлять через каждые четыре месяца. Алюминием покрывают также типовые модели весом до 30 кг. Подшипники паровых валов с успехом можно металлизировать бронзой.

Электропроводящие металлизированные слои представляют интерес для экранирования помещения, в котором снимаются электрокардиограммы, с тем, чтобы исключить воздействие посторонних токов.

В докладе «Применение и развитие металлизации в Советском Союзе» Антошин сообщил об областях применения металлизации в СССР и используемых аппаратах (газовых, электродуговых и высокочастотных).

Состояние и перспективы применения металлизации в СССР. Изучением и применением металлизации в Советском Союзе занимаются немногие организации. Институты Академии наук СССР и союзных республик не уделяют должного внимания вопросам металлизации и координации работ отраслевых институтов и заводских лабораторий.

Следует поручить Институту машиноведения АН СССР обобщить имеющийся опыт по применению металлизации у нас и за рубежом и наметить первоочередные объекты металлизации в различных областях промышленности и транспорта. Для более широкого внедрения этого процесса в авиационной промышленности необходимо поручить ВИАМ совместно с ОКБ выбрать объекты металлизации на ряде опытных заводов и совместно с НИИАВТОГЕН и другими лабораториями по металлизации провести опытные работы.

Наши предприятия и научно-исследовательские организации должны форсировать:

а) металлизацию для защиты от образования трещин после гальванической обработки деталей из сталей типа 30ХГСА и 30ХГСА;

б) покрытие сталей алюминием с целью экономии алюминия и нержавеющей стали при изготовлении изделий для пищевой промышленности и перевозки горючего;

в) нанесение металлизацией слоя жаростойкого сплава хром—никель—бор и последующее спекание при 1100°С взамен использования жароупорных сталей;

г) покрытие изделий алюминием для борьбы с коррозией;

д) нанесение антифрикционных металлов на трущиеся детали для повышения их износостойкости и долговечности;

е) металлизацию алюминием для повышения коррозионной стойкости прессованных профилей из алюминиевых сплавов;

ж) создание электронагревателей путем использования металлизации для борьбы с антиобледенением деталей самолетов и двигателей.

М. В. Поплавко

По материалам зарубежной командировки

И Н Ф О Р М А Ц И Я

В Научно-исследовательском институте технологии и организации производства

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, защищенные на заседании Ученого совета Института

О. В. Мешкова. Аргоно-дуговая сварка литейных магниевых сплавов. С развитием самолетостроения значительно возросло применение литейных магниевых сплавов. Однако большая склонность их к окислению и к дефектам усадочного характера усложняет технологию изготовления качественных отливок. Высокий процент брака серийных деталей потребовал изыскания эффективного способа исправления литейных дефектов.

Вначале для этого применялась кислородно-ацетиленовая сварка. Но этот метод, как и разработанный позднее способ заварки дефектов аргоно-дуговой сваркой, не давал стабильных результатов, в особенности на деталях из высоколегированных магниевых сплавов типа МЛ5.

О. В. Мешкова исследовала процесс аргоно-дуговой сварки литейного сплава МЛ5 и возможности стабилизации качества сварных соединений. В результате создана рациональная технология сварки и определены технологические мероприятия, повышающие качество сварных швов. В частности, рекомендуется:

- предварительно подогревать детали до 250—350°С, что увеличивает сопротивляемость сварных соединений образованию трещин при сварке и обеспечивает плотность швов;
- применять присадочный металл, легированный алюминием до 10%, в качестве средства, снижающего склонность сплава МЛ5 к трещинообразованию при наплавке.

Разработана техника сварки (изложенная в производственной инструкции МАП ПИ6—56), обеспечивающая получение швов с минимальным количеством вольфрамовых включений. Процесс аргоно-дуговой заварки дефектов на деталях из сплава МЛ5 внедрен в производство, что дало значительный экономический эффект.

Проведенная работа позволила определить направление дальнейших исследований по применению нового способа аргоно-дуговой сварки плавящимся электродом магниевых сплавов.

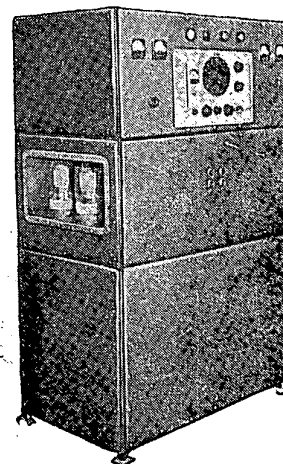
Законченные работы Института

Обработка гравюр ковочных штампов для лопаток реактивных двигателей ультразвуковым методом. Одним из направлений в решении вопроса сокращения трудоемкости изготовления лопаток реактивных двигателей является создание заготовок с минимальными припусками для механической обработки либо совсем без припусков (без механической обработки). Это возможно при наличии точно изготовленных ковочных и чеканочных штампов.

В последнее время в отечественной и зарубежной промышленности получает все большее распространение метод обра-

ботки хрупких и твердых материалов, основанный на использовании ультразвуковых колебаний. Применяя его, можно получить значительно более высокое качество поверхности, чем при электроэрозионной обработке или шлифовании. Ультразвуковой метод позволяет обрабатывать детали с высокой точностью, исключает образование трещин на твердом сплаве, что весьма часто наблюдается при шлифовании.

В связи с этим в институте была выполнена работа по исследованию возможности применения ультразвукового метода при обработке гравюр ковочных штампов для изготовления лопаток реактивных двигателей.

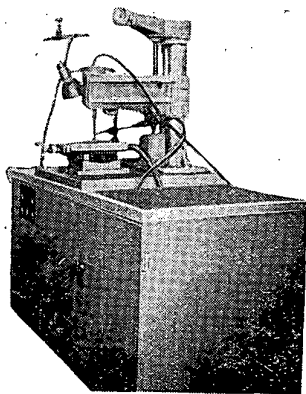


Фиг. 1. Ультразвуковой генератор мощностью 5 кВт.

Решению технологических вопросов предшествовало создание оборудования и аппаратуры. Были сконструированы и изготовлены два ультразвуковых генератора — один с выходной мощностью 0,5 кВт и второй мощностью 5 кВт (фиг. 1).

Разработана, изготовлена и эксплуатируется установка (фиг. 2) для обработки деталей ультразвуковым методом. Определены оптимальные конструкции магнитострикционных преобразователей и концентраторов, а также создана методика их расчета.

С помощью указанной аппаратуры и инструмента изучены технологические характеристики ультразвуковой обработки закаленных штамповых сталей в зависимости от различных параметров процесса и установлены ее оптимальные режимы.



Фиг. 2. Установка для ультразвуковой обработки деталей.

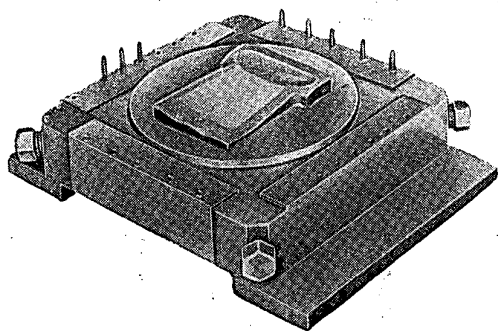
Для обработки гравюр ковочных штампов применен комбинированный метод*.

Чистовая обработка гравюр ковочных штампов комбинированным методом значительно эффективнее слесарной. При этом трудоемкость операции снижается в три-четыре раза и достигается высокое качество поверхности (без трещин и прижогов).

Деталь, полученная описанным способом, показана на фиг. 3. На ее поверхности видны следы предварительной электроэрозионной обработки.

Изготовление заготовительно-штамповочной оснастки из пластмассы ТЛК-Э. В авиационном производстве пластмассы используют как в самих изделиях, так и для изготовления средств производства.

В 1952 г. ВИАМ создал новую термопластическую литейную композицию на основе этилцеллюлозы (ТЛК-Э). Институт совместно с ВИАМ разработал метод применения этого пластика для пуансонов к падающим молотам и прижимных колец на вытяжных штампах (см. РТМ 716, 1953 г.).



Фиг. 3. Вставка штампа с гравюрой, обработанной комбинированным методом.

Опыт эксплуатации оснастки из пластика ТЛК-Э показал, что область его применения можно значительно расширить. В связи с этим в НИИТ была проведена работа по использованию пластмассы ТЛК-Э для такой оснастки, как давящие оправки, болванки для доводки листовых деталей, детали трубопроводов, формблоки, контрольные плазы и т. д.

Одновременно изучались возможности производства технологической оснастки из ТЛК-Э методом литья в металлические формы, деформации при гибке элементов оснастки, механические свойства ТЛК-Э без наполнителя, режимы склеивания элементов из нее.

* Б. Н. Лямин и А. И. Марков. Комбинирование ультразвуковой обработки с анодным растворением. «Авиационная промышленность», 1958, № 2.

В результате экспериментально-исследовательских работ, проведенных институтом совместно с заводом, установлено:

а) заготовки из ТЛК-Э при нагреве до 80—90°С легко поддаются гибке, причем радиус изгиба может достигать половины диаметра или высоты сечения при угле изгиба 180°. Это позволяет изготовлять оснастку самых различных конфигураций, в частности болванок сварного трубопровода;

б) из ТЛК-Э можно изготовлять: клееную оснастку (обтяжные оправки для прессов ПГР, доводочные болванки и т. д.); давящие оправки больших габаритных размеров, формблоки, контрольные плазы, пуансоны и выталкиватели для вытяжных штампов; матрицы к падающим молотам для штамповки резиновыми пуансонами различных деталей (обтекателей, коробочек и т. п.).

Разработано дополнение к РТМ 716 (РТМ 855), использование которого в промышленности будет способствовать дальнейшему расширению области применения пластмассы ТЛК-Э, которая во многих случаях заменит такие материалы, как древесина, балинит, пескоструйная масса и другие.

Допустимая неуравновешенность якостей электрических машин и роторов авиационных агрегатов. Скорости вращения подвижных частей авиационных электрических машин и агрегатов достигают 10 000—100 000 об/мин. Это повышает требования к их динамической уравновешенности.

До настоящего времени не существовало удовлетворительного метода назначения допустимой неуравновешенности якостей электрических машин и роторов авиационных агрегатов. Это приводило в одних случаях к чрезмерному ужесточению, а в других — к значительному увеличению допустимой неуравновешенности. Чрезмерное ужесточение допусков удорожает производство, а увеличение их ухудшает работу машин.

В институте выполнена работа по созданию единого метода назначения допусков на динамическую неуравновешенность, и на ее основе созданы руководящие технические материалы РТМ 851.

Проведенные статистические и экспериментальные исследования и их математическая обработка позволили разработать номограмму (в РТМ за № 1), с помощью которой можно устанавливать величины допустимой неуравновешенности якостей и роторов в зависимости от их веса, геометрических размеров и скорости вращения.

Предложенный метод основан на том, что определяемые параметры обеспечивают работу шариковых подшипников в условиях так называемого первого режима, т. е. когда остаточные неуравновешенные центробежные силы в подшипниках меньше статических давлений на эти же подшипники.

Немаловажным и неотделимым от метода назначения допусков является вопрос о возможной точности уравнивания на существующих балансировочных машинах.

Исходя из пожеланий ОКБ и заводов промышленности, был дополнительно изучен вопрос о возможной точности уравнивания якостей и роторов на модернизированной балансировочной машине ДБ-4 и выведены эмпирические формулы, устанавливающие зависимость возможной точности уравнивания от веса, длины якоря или ротора и статических давлений на опоры. По этим формулам построена номограмма (в РТМ за № 2).

Руководящие технические материалы и помещенные в них номограммы позволяют значительно сократить время расчетов допустимых остаточных неуравновешенностей, центробежных сил и возможных точностей уравнивания в плоскостях опор и плоскостях приведения якостей и роторов.

Механизация плановых и учетно-расчетных работ на заводах. Выполнение плановых и учетно-расчетных работ на заводах промышленности требует больших затрат времени и труда. В последнее время все более широкое распространение получает механизация этих работ за счет создания машиносчетных станций и оснащения их необходимым оборудованием, позволяющим механизировать труд счетных работников. Опыт передовых машиносчетных станций показывает, что при использовании счетных машин производительность труда работников учета в среднем повышается в два-три раза.

Однако на многих машиносчетных станциях существует большое разнообразие форм табуляграмм, которые по своему

оформлению часто не отвечают требованиям механизированного учета.

В НИАТ была выполнена работа по созданию альбома типовых форм табуляграмм. При типизации основных форм табуляграмм был обобщен большой опыт передовых машино-счетных станций по механизации учета, а также материалы ряда конференций и совещаний по механизации учета и вычислительных работ.

Альбом содержит следующие разделы:

1. Учет выработки и заработной платы.
2. Учет материальных ценностей.
3. Учет готовой продукции и ее реализации.

4. Учет брака в производстве.
5. Учет затрат на производство.
6. Учет работы автотранспорта.
7. Учет финансовых операций и бухгалтерская отчетность и др.

Каждый из разделов включает образцы форм табуляграмм, схемы коммутаций и краткое пояснение.

Альбом предназначен в качестве практического пособия для работников действующих и вновь организуемых машино-счетных станций при составлении планов перевода на механизацию новых участков учета, а также для внедрения на машиносчетных станциях передовых методов работы.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте авиационных материалов

Диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, защищенные на заседании Ученого совета Института

Ф. В. Аксенов. Исследование технологических параметров изготовления литых лопаток. Экспериментами установлено, что точность размеров и чистота поверхности литых лопаток в первую очередь зависят от способа изготовления моделей и форм.

Наибольшая точность размеров отливок достигается при изготовлении пустотелых моделей с разной толщиной стенок из модельной массы КПП, покрытых затем огнеупорным слоем на основе гидролизованного этилсиликата, и при применении для форм жидкого наполнителя. В случае соблюдения этих условий литые лопатки имели допуски по толщине 0,12 мм и по профилю — 0,25 мм.

Для получения деталей с очень сложными по конфигурации внутренними полостями использовали огнеупорные керамические стержни.

В диссертации показано, что условия питания отливки являются решающим фактором, обуславливающим механические свойства металла. Увеличение макропористости, вызванное ухудшением питания отливки, влечет за собой резкое снижение прочности. Металл, залитый в горячую форму, обнаруживает большую осевую рыхлость по сравнению с металлом, залитым в холодную форму.

Установлено, что сплав, из которого отливаются лопатки, технологичен, обладает высокими литейными свойствами и хорошей жидкотекучестью, что позволяет отливать детали толщиной 0,8—1,0 мм.

Наилучшие показатели по длительной жаропрочности получаются при заливке сплава в формы в интервале температур 1550—1650°С.

Г. Л. Попова. Синтез и технология получения полифункциональных смешанных эфиров акрилового ряда для контактных связующих слоистых пластиков, клеев, компаундов и других авиационных материалов. Разработан метод однофазной реакции этерификации предельных двуосновных кислот (фталевой, себакиновой) и одноосновной метакриловой кислоты с гликолями и глицерином.

Этим методом получено шесть новых полифункциональных смешанных эфиров метакриловой кислоты.

Установлены основные физико-химические характеристики и изучены процессы полимеризации синтезированных полифункциональных смешанных эфиров метакриловой кислоты. Показана возможность изготовления теплостойких и одновременно механически достаточно прочных органических полимеров.

Законченные работы Института

Изучение чувствительности к надрезу новых жаропрочных сплавов при статических нагрузках. Исследована и определена чувствительность к надрезу при кратковременном и длительном

растяжении образцов с различными концентраторами напряжений из сплавов ЖС6, ЖС6К, ЭИ826 и ЭИ617.

Сплав ЖС6 нечувствителен к кольцевому надрезу радиусом 0,5 мм при температуре испытания 600—1030°С. Коэффициент действия надреза в этом интервале температур равен 1,18 при 600°С, 1 при 700° и 1,5 при 1030°С.

С уменьшением радиуса надреза до 0,15 мм небольшая чувствительность к надрезу появляется при 700°С. С повышением температуры чувствительность к надрезу исчезает. Коэффициенты действия надреза в этом случае равны: 1,11 при 600°; 0,95 при 700°; 1 при 800°; 1,25 при 900° и 1,4 при 1030°С. У образцов с боковым надрезом указанные коэффициенты составляют: 0,56 при 600°; 0,43 при 700° и 0,72 при 900°С.

Сопоставлением пределов длительной прочности и выносливости сплава ЖС6 определено, что температура равнопрочности для гладких образцов соответствует 900°С, а для надрезанных 950°С; с повышением температуры предел длительной прочности становится ниже предела выносливости.

В результате исследований разрушения надрезанных образцов из сплава ЖС6 установлено, что трещина в надрезе возникает задолго до разрушения образца. Надрезанный образец с трещиной разрушается в два раза быстрее. Возникновение трещины определяется величиной сопротивления отрыву границ зерен, а распространение ее происходит прерывисто и зависит от пластичности сплава. Сплав ЖС6К нечувствителен к надрезу радиусом 0,5 мм при 900° и 700°С. Коэффициент действия надреза равен 1,5 при 900° и 1 при 700°С.

Технология нанесения надреза влияет на продолжительность служения образца. Срок работы образца с надрезом, выполненным резцом при 700°С, уменьшается в четыре раза.

Определено влияние концентрации напряжений на длительную прочность сплава ЭИ617 при 700°С. Коэффициент действия надреза для образцов с радиусом надреза 0,5 мм равен 0,78; с радиусом надреза 0,15 мм — 0,66; с лыской — 0,59; с боковым надрезом — 0,33.

Исследовано разрушение надрезанных образцов из сплава ЭИ617 и установлено, что образцы с трещиной разрушаются в пять раз быстрее. Трещина возникает при отсутствии внешней пластической деформации, подсчитанной по изменению дуги радиуса надреза.

Сплав ЭИ826 нечувствителен к надрезу при 700°С. Коэффициент действия надреза для образцов с радиусом надреза 0,5 мм равен 1,03; с радиусом надреза 0,15 мм — 0,99.

Сплав ЭИ826, так же как и деформируемые сплавы ЭИ437Б и ЭИ617, очень чувствителен к поверхностной обработке.

Исследовано влияние электрополирования на длительную прочность и выносливость гладких и надрезанных образцов деформированных сплавов ЭИ437Б и ЭИ617. В результате электрополирования срок службы гладких образцов из сплава ЭИ437Б снижается на 29%, надрезанных — на 28%, гладких образцов из сплава ЭИ617 — на 14%, и надрезанных — на 7%; предел выносливости гладких образцов из сплава

ЭИ437Б уменьшается на 11%, надрезанных — на 3%; гладких из сплава ЭИ617 — на 6% и надрезанных — на 3,5%.

Испытаниями образцов из сплавов ЭИ437Б, ЭИ617 и ЖС6 в жидком азоте установлено, что с понижением температуры до -196°C предел прочности сплава ЭИ437Б повышается на 12%, а сплава ЖС6 — на 7%; пластичность сплава ЭИ437Б при этом падает на 20%, ЭИ617 — на 37% и ЖС6 — на 9%. Разрушение происходит по телу зерна.

Влияние нагартовки и искусственного старения на свойства прессованных изделий из сплава Д16 и исследование сплава Д19. В результате совместной работы института и одного из заводов установлено, что нагартовка растяжением с остаточной деформацией 2–6% уменьшает степень разупрочнения профилей при нагреве их до температур 100–250 $^{\circ}\text{C}$, а также немного повышает длительную прочность при 200 $^{\circ}\text{C}$ (20 час.) и число циклов до разрушения при повторных статических нагрузках при комнатной температуре.

Увеличение степени нагартовки с 2 до 6% вызывает небольшое повышение прочности при комнатной и повышенных температурах (до 200 $^{\circ}\text{C}$) в случае кратковременных нагревов. После нагрева при 150–200 $^{\circ}\text{C}$ в течение 100 час. преимущество усиленной нагартовки исчезает, так как пределы прочности профилей, нагартованных на 2 и 6%, практически выравниваются.

При 250 $^{\circ}\text{C}$ повышение степени нагартовки с 2 до 6% снижает предел прочности после кратковременного и длительного нагревов, а также коррозионную стойкость под напряжением. Нагартовка растяжением с остаточной деформацией 2% не ухудшает коррозионной стойкости профилей из сплава Д16.

Для увеличения теплостойкости прессованных деталей из сплава Д16 наиболее целесообразны нагартовка растяжением с остаточной деформацией 2–3% и последующее искусственное старение при 170 $^{\circ}\text{C}$ в течение 16 час.

Нагартовка на 2–3% повышает предел текучести на 6–8 кг/мм 2 (20–30%) при комнатной температуре и предел прочности на 2–4 кг/мм 2 при 150–250 $^{\circ}\text{C}$.

Нагартовку растяжением без потери прочности в состаренном состоянии следует выполнять не ранее чем через 30 мин. после закалки.

Искусственное старение увеличивает предел текучести, коррозионную стойкость и устраняет явление возврата при нагреве. Поэтому прессованные детали из сплава Д16, работающие при температуре выше 150 $^{\circ}\text{C}$, рекомендуется устанавливать в искусственно состаренном состоянии.

Для прессованных профилей из сплава Д16 в искусственно состаренном состоянии рекомендуются следующие минимальные гарантируемые механические свойства: предел прочности — такой же, как и для термообработанного состояния, предел текучести — не менее 38 кг/мм 2 , удлинение — не менее 6%.

Исследованы также механические и коррозионные свойства производственных профилей из сплава Д19 и установлено, что прессованные детали из этого сплава имеют такую же прочность, как и аналогичные детали из сплава Д16 при комнатной температуре и при 100–175 $^{\circ}\text{C}$ после кратковременного нагрева (0,5 часа). В случае длительного нагрева при температуре 175 $^{\circ}\text{C}$ прочность профилей из сплава Д19 на 3–4 кг/мм 2 выше, чем профилей из сплава Д16.

Нагартовка растяжением одинаково влияет на механические свойства профилей из сплавов Д19 и Д16. Сплав Д19 по длительной прочности при 200 $^{\circ}\text{C}$ (20 час.) и выносливости при повторных статических нагрузках аналогичен сплаву Д16, а по коррозионной стойкости — несколько превосходит его: прессованные изделия (гребенки, законцовки, лонжеронные профили) в естественно состаренном состоянии не склонны к коррозионному растрескиванию под напряжением.

Прессованные трубы не обнаруживают склонности к межкристаллитной коррозии в естественно состаренном состоянии. Поэтому, по предварительным данным, сплав Д19 более пригоден для изготовления высокопрочных тонкостенных труб и крупногабаритных профилей.

Литье круглых слитков и прессование сплава Д19 можно выполнять по технологии, принятой для сплава Д16. В даль-

нейшем она должна быть уточнена на основании изучения влияния гомогенизации и температуры прессования на механические свойства профилей при повышенных температурах.

Профили из сплава Д19 следует нагревать под закалку при $503\pm 3^{\circ}\text{C}$, крупногабаритные же профили — при температуре ближе к нижнему пределу.

Усовершенствование технологии травления титана и его сплавов. Исследование проведено на сплавах ВТ1, ВТ5 и ВТ6, применяющихся в виде листов.

Установлено, что выбор метода и режима травления зависит от характера окалины и от толщины поверхностного слоя металла, загрязненного кислородом и азотом. Структура этого слоя определяется температурными условиями и временем его образования при нагреве.

Процесс окисления титана при нагреве до 650–700 $^{\circ}\text{C}$ сопровождается образованием на поверхности тонкой пленки окислов (цветов побежалости); выше 700 $^{\circ}\text{C}$ поверхность покрывается более толстым слоем, состоящим в основном из двуокиси титана, которая практически не растворяется в растворах сильных кислот, щелочей и других агрессивных средах.

Выявлен механизм диффузии кислорода в поверхностный слой металла при температурах 800, 1000 и 1050 $^{\circ}\text{C}$, а также характер и глубина насыщенного газами (альфированного) слоя в зависимости от фазового состояния.

Для удаления окисленного слоя рекомендуются три технологические схемы, каждая из которых рассчитана на удаление определенного типа окалины и поверхностного, насыщенного газами слоя.

Первая схема применяется для удаления окислов, образующихся при нагреве не выше 650 $^{\circ}\text{C}$ и кратковременном нагреве при 700 $^{\circ}\text{C}$, а также для удаления поверхностного, хрупкого слоя металла. По схеме предусматривается травление в ваннах водными растворами кислот. Состав первой ванны: 280–350 см 3 соляной кислоты (уд. вес 1,19) и 50 г фтористого натрия на 1 л раствора. Ванна обладает более сильной травящей способностью и предназначена для травления полуфабрикатов (толстых листов, поковок, профилей, объемных штамповок и т. д.) после предварительного удаления окалины пескоструйной обработкой.

Состав второй ванны: 340–350 см 3 соляной кислоты (уд. вес 1,19), 55–60 см 3 азотной кислоты (уд. вес 1,4) и 50 г/л фтористого натрия. В ванне происходит более равномерный сьем металла. Она предназначена для травления готовых деталей (тонких листов на выход, листовых штамповок и размерных деталей, покрытых слоем окалины, образующейся при нагреве до 650 $^{\circ}\text{C}$).

Вторая схема применяется для удаления окалины, образующейся при нагреве выше 700 $^{\circ}\text{C}$. По схеме рекомендуются следующие составы ванн: первая ванна — фосфорная кислота при температуре 270 $\pm 10^{\circ}$, травление 0,5–10 мин. до полного удаления окалины (нежелательно пребывание в расплаве свободного от окалины металла вследствие его охрупчивания); вторая ванна — расплав 80% NaOH и 20% NaNO $_3$, температура 420–450 $^{\circ}\text{C}$, травление 10–60 мин. Шлак и загрязненный газами слой металла удаляются во второй ванне по первой схеме.

Травление в ваннах по второй схеме исключает пескоструйную обработку и другие способы механического разрушения окалины путем холодных или теплых прокаток и рекомендуется при травлении всех видов окалины на горячем подкате, профилях, поковках и т. п.

Третья схема применяется для трудноудаляемой окалины, образующейся при высоких температурах и больших степенях деформаций, без промежуточного травления. Она основана на механическом удалении окалины пескоструйной или гидрокислотоструйной обработкой с последующим травлением в кислотах по режимам, рекомендуемым первой схемой.

Установлены условия появления водородной хрупкости титана при различных способах травления, а также степень влияния водорода на пластичность и структуру сплава. Процесс наводороживания наблюдается в пусковой период ванны при травлении в расплаве щелочи при 450 $^{\circ}$ и выше и вы-

держке 1,5—2 часа. Длительные выдержки тонкостенных деталей (сечением 1 мм) в расплаве фосфорной кислоты (280°) также могут вызвать хрупкость материала.

При достаточно большой концентрации водорода в структуре сплавов появляется характерная форма дисперсных вы-

делений гидридной фазы. Это делает решетку границ грубой; особая пластинчато-штриховая ориентация гидридов внутри зерна служит причиной потери металлом пластичности (определяемой по углу загиба). Отжиг в вакууме способствует удалению водорода и повышению пластичности.



По страницам заводских многотиражек

Жестящик-новатор

На заводе внедрены многие рационализаторские предложения жестящика С. Д. Шеякова.

Ранее заготовку для изготовления фигурного профиля из уголкового стали выкраивали из листа 90×450 мм; в процессе обработки металл три раза подвергался отжигу. Тов. Шеяков получает нужный профиль из заготовки 27×450 мм с помощью штампа-оправки собственной конструкции и отжигает его только один раз. В результате цикл изготовления профиля уменьшился вдвое.

Детали, выполняемые прокаткой между роликами, имели отклонения от чертежей, царапины на поверхности и т. д. Доводка их была очень трудоемкой. Тов. Шеяков применил штамп-оправку, в которой заготовка обжимается с учетом пружинения металла. Внедрение этого предложения увеличило производительность труда в четыре раза, исключило доводку, обеспечило высокое качество продукции.

«За ударные темпы», 1957, № 25

Универсальное приспособление

В цехе, изготавлиющем железобетонные колонны сборочной оснастки, для сборки и сварки арматуры с фланцами различных габаритных размеров приходилось использовать шесть разных приспособлений.

Универсальное приспособление, сконструированное Ю. П. Карповичем, позволило устранить это ненормальное положение. Приспособление состоит из винтовой подачи, штыря для фиксации винта, винта, верхней плиты разъема, штифтов для фиксации ее на прицепе для крепления арматуры нижней плиты разъема, направляющих штифтов для ее установки, рамы, стойки, ящика для хранения прицепов, фиксаторов.

Фланцы подаются на сборку с готовыми отверстиями для стыковки с отверстиями плит разъема. Затем прицепами крепится армировка. После этого арматура сваривается с фланцами.

Внедрение приспособления позволило значительно ускорить изготовление железобетонных колонн, сэкономить металл и производственные площади.

«Все для Родины», 1957, № 137

На заводе внедряются литые резцы

Впервые на заводе были продемонстрированы в работе твердосплавные резцы с чугунной державкой. Стойкость их выше, чем резцов с напаянными пластинами. Это объясняется тем, что коэффициент теплопроводности чугуна больше, чем стали, на 20—28%, и температуру в зоне резания можно понизить за счет улучшения теплоотвода.

Высокая прочность крепления пластины из твердого сплава обеспечивается в результате диффундирования микрочастиц чугуна и твердого сплава при температуре заливки (1380°С).

При обработке различных материалов литыми резцами трещин в пластинах из твердого сплава не наблюдалось. Это связано с равномерным остыванием их в форме. Чугун, хорошо работающий на истирание, в то же время является надежным материалом для ломания стружки, а его структура позволяет гасить вибрации, возникающие в процессе резания металла.

Внедрение литых резцов позволит заменить резцы со стальными державками и сделать ненужной напайку пластин,

что даст большую экономию стали и меди. Кроме того, будет уменьшен брак резцов, связанный с образованием трещин на напаянных пластинах.

Себестоимость литых резцов значительно ниже, чем резцов со стальными державками. Помимо этого, применение литых резцов позволяет увеличить подачи и скорости резания, а следовательно, и производительность труда.

«Все для Родины», 1957, № 142

Новый способ фосфатирования деталей

На заводе детали фосфатировали в растворе порошка «мажеф», представляющего собой смесь солей железа, марганца и фосфора, при температуре 96—98°С в течение 40—80 мин. Основными недостатками этого способа являются необходимость электрического подогрева раствора, большая длительность процесса, появление шлама, приводящее к образованию налета на деталях.

С целью упрощения процесса гальваническим цехом была проведена работа по освоению ускоренного холодного способа фосфатирования. Для этого был использован раствор следующего состава (предложен научно-исследовательским институтом): 60—70 г/л монофосфата цинка, 80—100 г/л азотно-кислого цинка, 0,2—1,0 г/л нитрата натрия. Температура раствора комнатная, кислотность — 75—95 точек. (Точкой называется количество миллилитров 0,1 н раствора едкого натра, нужного для титрования 10 мл фосфатирующего раствора). Время обработки — 15—20 мин.

Полученная темносерая фосфатная пленка имеет ровную мелкокристаллическую структуру. Испытания показали, что по качеству и антикоррозионным свойствам она не уступает фосфатному покрытию, полученному в растворе порошка «мажеф».

«Сталинец», 1957, № 47

В экспериментальном цехе завода

Золотники из пресспорошка. Для изготовления золотников кранов применяются латунь и бронза. Экспериментальный цех завода поставил задачу найти более дешевый материал, позволяющий с меньшими затратами труда выполнять высококачественные золотники. В результате проведенных работ было освоено изготовление золотников из карболитового пресспорошка К-21-22. Порошок этот — резольного типа, получаемый на основе сочетания фенольно-формальдегидной и крезолоформальдегидной смол с органическими и минеральными наполнителями и пластификатором. Золотники прессуют на гидропрессе мощностью 100 т, обеспечивающем удельное давление 250—280 кг/см², при температуре 150—170°С в течение 10—15 мин.

Полученные золотники обрабатывают пастой ГОИ для устранения заусенцев, появляющихся во время прессования. Перепускные воздушные каналы, имеющиеся на золотниках, формируются в прессформе и в дальнейшем механической обработке не подвергаются.

Золотники прошли длительное эксплуатационное испытание, которое показало, что по надежности и износоустойчивости они не уступают латунным.

Новые приспособления и оснастка. В сжатые сроки внедрены сложный гидроэлектростенд для контроля гидросистемы изделия, стенд для проверки на герметичность топливного отсека одного из агрегатов. Изготовлены приспособления для вырезки люков в сборочном столе,

установка для подштамповки с подогревом лунок из титана и нержавеющей стали на прессе КП-204, механизм для клеймения штампованных деталей. Освоено серийное производство герметика ВТУР и выполнен ряд других важных работ.

Борьба с коррозией. Заклепки из нержавеющей стали после термообработки в солянокислых ваннах покрываются трудноудаляемой окалиной, а при хранении на складе корродируют. После многочисленных опытов было установлено, что окалина на заклепках хорошо растворяется в смеси соляной, азотной и фосфорной кислот. Заклепки начали обрабатывать гальваническим путем в растворе хромпика. При этом на них образуется пассивная пленка золотисторадужного цвета, предохраняющая металл от коррозии.

Внедрение нового метода снятия окислы с последующим пассивированием позволило значительно повысить качество деталей.

«Машиностроитель», 1957, № 87

Станочки осваивают новое отечественное оборудование

Для обработки крупных деталей сложной конфигурации на завод поступили отечественные копировально-фрезерные станки с трехкоординатной системой. На них можно обрабатывать детали самых сложных профилей. Станки снабжены гидравлическим устройством, благодаря которому головка шпинделя немедленно реагирует на отклонения копировального шупа и плавно перемещается в нужном направлении.

В процессе освоения ликвидированы некоторые конструктивные недостатки: модернизирован кронштейн крепления гидроштоков, что позволило увеличить поперечный ход станка с 500 до 700 мм; разрабатывается более производительный режущий инструмент. Налаживается изготовление копиров и шупов своими силами.

Применение новых станков значительно облегчило и ускорило изготовление крупногабаритных деталей из цветных сплавов.

«Ворошиловец», 1957, № 41

Универсальный гибочный штамп

При гибке различных деталей из прессованных профилей для каждой детали создавался специальный штамп.

В настоящее время на заводе внедрен универсальный гибочный штамп со вкладышами, соответствующими заданному профилю штамповки. Применение его позволило увеличить производительность за счет уменьшения затрат вспомогательного времени. Достигнута значительная экономия материала, сокращено время на проектирование и изготовление специальных штампов для каждой детали.

«Машиностроитель», 1957, № 87

Интересный опыт Бюро технической информации завода

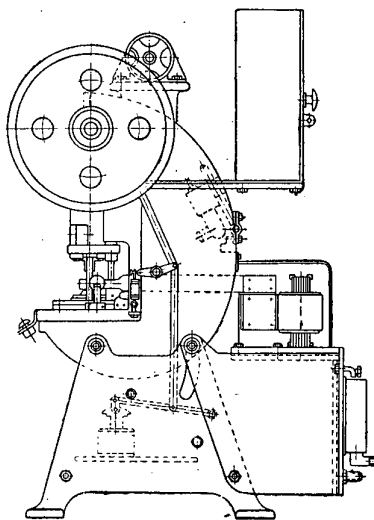
Бюро технической информации завода имеет в своем распоряжении оборудование и рабочих. Это позволяет практически претворять в жизнь новую технику и передовые методы работы. Так, например, прикрепленный к БТИ токарь-универсал тов. Кумов систематически демонстрирует работу резца, оснащенного минералокерамической пластинкой. Такие резцы уже завоевали на заводе широкую популярность. Переход на работу с ними позволил резко повысить производительность труда и снизить себестоимость режущих инструментов.

На заводе объявлен конкурс на выполнение с помощью этих резцов большего числа операций.

«Наша жизнь», 1957, № 1



В СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ



Точная полугорячая электровысадка

Точная полугорячая электровысадка разработана и внедрена на Горьковском автозаводе для изготовления таких деталей автомобиля, как болт толкателя, толкатель клапана и др.

Внедрение электровысадки болта толкателя позволило сосредоточить в линии механической обработки корпуса двигателя всю механическую обработку болтов, благодаря чему отпала необходимость транспортирования их из цеха автоматов. Высвобождены четыре четырехшпиндельных токарных автомата и два сферошлифовальных станка. Все это заменено теперь двумя 15-тонными прессами ЗИК-15, на которые устанавливаются специальные приспособления, позволяющие проводить электронагрев заготовки непосредственно в самой матрице штампа. Коэффициент использования металла повысился с 0,47 до 0,89. Экономия металла на каждом болте равна 15 г.

По материалам ЦБТИ Министерства автомобильной промышленности СССР, 1956, Техлисток № 23. Публикуется в сборнике НИИТ «Передовой опыт производства», серия «Общие вопросы технологии авиастроения», 1958, № 1.

Библиотека

Книги и журналы

Авиация. Общие вопросы

Грин В., Кросс Р. Реактивные самолеты мира. Пер. с англ. М. Изд-во Ин. лит., 1957, 284 с.

Исторический обзор развития реактивной авиации за 16 лет. Развитие реактивных двигателей и летательных аппаратов (самолетов и вертолетов) с этими двигателями.

Brown D. C., The possible use of semiconductor devices in aircraft. «Aircraft Engineering», 1956, v. 28, № 333, p. 380—83.

Использование полупроводниковых приборов в оборудовании самолетов.

UAL cuts inspection costs with X-ray. «American Aviation», 1957, v. 20, № 23, p. 87—88.

Эффективное применение рентгеновских лучей для осмотра самолетов при эксплуатации их на линиях UAL (United Air Lines). Перечень аппаратуры для контроля и осмотра, применяемой на линиях UAL. Техника безопасности. Экономия времени, сокращение расходов.

Автоматизация и механизация

Гандлевский М. М. Силовой следящий привод. М., Оборонгиз, 1957, 198 с.

Элементы, принцип действия и основы теории современных следящих систем. Физическая сущность процессов регулирования. Определение устойчивости следящего привода.

Учебное пособие для техникумов, может быть полезным широкому кругу инженерно-технических работников, занятых вопросами автоматического регулирования и смежных отраслей.

Рабинович Л. В. Электроавтоматика авиационных электромеханических установок. М., Оборонгиз, 1957, 422 с. (Московский ордена Ленина авиационный ин-т им. С. Орджоникидзе).

Основы устройства, проектирования и расчета элементов систем управления авиационными электромеханическими установками, а также систем управления этими установками в целом. Особое внимание уделено методике проектирования следящего привода, являющегося основой дистанционного управления установками.

Для ИТР и студентов вузов.

Puckle O. S. Numerical control of machine tools. «Mass Production», 1957, v. 33, № 2, p. 90—98; № 3, p. 100—106.

Цифровое управление металлорежущими станками.

Применение в авиационной промышленности фрезерных станков с программным управлением фирм Resoarch Engineers Ltd., Cincinnati и Wadkin для обработки деталей сложного профиля. Приведены примеры расчета программы.

Материаловедение

Коррозия и защита металлов. Под ред. проф. Р. С. Амбарцумяна. М., Оборонгиз, 1957, 368 с.

Вопросы коррозии и пассивности металлов в различных окислителях, коррозии высокопрочных сталей под напряжением, коррозионного растрескивания, межкристаллитной и точечной коррозии алюминиевых сплавов, анодного оксидирования этих сплавов, а также исследование коррозионного растрескивания и защиты от коррозии магниевых сплавов.

Для ИТР и научных работников, занимающихся изучением защиты от коррозии нержавеющей и высокопрочных конструкционных сталей и легких сплавов.

Механические свойства некоторых конструкционных сталей и сплавов при комнатной и повышенных температурах. М., Оборонгиз, 1957, 256 с.

Сборник, содержащий сведения о сталях и цветных сплавах, наиболее широко применяемых в самолетостроении. В единой форме приводятся данные по изменению их свойств при растяжении, сжатии, кручении, срезе и смятии с повышением температуры для алюминиевых и магниевых сплавов до 200—300° С, для конструкционных сталей и титановых сплавов до 450—500° С.

Для ряда материалов приводятся также изменения свойств в зависимости от температуры, величины нагрузки и времени; для большинства материалов даются кривые прочности при повторных статических нагрузках.

Для конструкторов, расчетчиков конструкторских бюро и работников научно-исследовательских институтов авиационной и смежной с ней областей промышленности.

Справочник по металлам и металлическим полуфабрикатам, применяемым в авиационной промышленности. Том I—II. Под общ. ред. М. Д. Глезера. М., Оборонгиз, 1957, т. I—619 с. т. II—471 с.

т. I—Систематизированные сведения о химическом составе и механических свойствах металлов и металлических полуфабрикатов, применяемых в авиационной промышленности, а также о видах полуфабрикатов, изготавливаемых из сплавов различных марок, и состоянии их поставки с указанием стандартов. Сортамент полуфабрикатов и их теоретический вес на единицу измерения (погонный или квадратный метр). Описание основных методов испытания металлических полуфабрикатов.

т. II—Методы испытаний механических свойств, производства технологических проб и металлографических исследований. Сортамент всех основных видов металлических полуфабрикатов с указанием теоретического веса.

Для металлургов, технологов, работников заводских лабораторий, отделов технического контроля, стандартизации и материально-технического снабжения.

Технология металлов и авиационные материалы. М., Оборонгиз, 1957, 359 с.

Металлургия черных и цветных металлов; металлография и термическая обработка металлов; авиационные материалы; литейное дело; обработка металлов давлением; сварка, пайка и резка.

Учебник для авиационных техникумов.

Legg K. L. C. The choice of materials for airframes. «Aircraft Engineering», 1956, v. 28, № 331, p. 304—12.

Выбор материалов для современных самолетных конструкций и конструкций самолетов будущего. Сравнительный обзор и классификация материалов. Прочность и жесткость материалов при нормальной температуре. Влияние повышенной температуры. Ползучесть, выносливость материалов при повторных нагрузках. Коррозия и эрозия материалов. Новые конструкции. Вопросы технологии. Выбор материалов для атомных двигателей.

Aitchison L. The selection of sheet steel for formability. «Sheet Metal Industries», 1957, v. 34, № 361, p. 325—30.

Выбор листовой стали на штампуемость. Краткое изложение доклада Американского общества по металлам, в котором приведена классификация холодно- и горячекатаного листового материала, сравнительные характеристики твердости, вязкости и других механических свойств различных сортов стали, а также способа штамповки этих материалов.

Metals for hot aircraft structures. «Steel», 1957, v. 140, № 10, p. 154—58.

Жаропрочные сплавы для изготовления деталей самолетов, подвергающихся высокому нагреву. Изучение теплового барьера.

Сварка, пайка

Балковец Д. С., Орлов Б. Д., Чулошников П. Л. Точечная и роликовая сварка специальных сталей и сплавов. М., Оборонгиз, 1957, 430 с.

Практические сведения по вопросам технологии точечной и роликовой сварки деталей из конструкционных легированных сталей, жаропрочных и цветных сплавов. Описание сварочного оборудования, приборов для контроля сварочных процессов и различных сварочных приспособлений. Сведения по вопросам эксплуатации сварочного оборудования. Краткие рекомендации по проектированию каркасных и герметичных тонколистовых конструкций, изготовленных при помощи точечной и роликовой сварки. Основные методы контроля качества сварных соединений и причины образования дефектов.

Для широкого круга ИТР, занимающихся вопросами точечной и роликовой сварки.

Богданова В. В., Куделя Е. С. (НИИТ и ордена Трудового Красного Знамени Ин-т электросварки им. Е. О. Патона АН УССР). Спектральный анализ некоторых титановых сплавов и сварных швов этих сплавов. «Автоматическая сварка», 1957, № 4, с. 29—32.

Описание двух методик количественного определения алюминия, хрома, железа, кремния и углерода в титановых сплавах и сварных швах этих сплавов. В качестве источников света в одном случае используется конденсированная искра и в другом — высокочастотная искра по схеме Ин-та электросварки.

Брукер Х. Р., Битсон Е. В. Пайка в промышленности. Пер. с англ. под ред. М. В. Поплавко. М., Оборонгиз, 1957, 295 с.

Опыт пайки в промышленности Англии. Современные способы пайки горелкой, в печи, токами высокой частоты, методом сопротивления, в соляной ванне и погружением во флюс.

Описание оборудования, применяемого на заводах, химический состав припоев, их свойства, выбор типов соединения, требования к проектированию паяных изделий. Пайка углеродистых и нержавеющей сталей, твердых сплавов и алюминия.

Для ИТР заводов и КБ и для студентов вузов.

Гуревич С. М. Некоторые особенности сварки титана под флюсом. «Автоматическая сварка», 1957, № 5, с. 38—48.

Описаны металлургические и технологические особенности автоматической сварки титана под флюсом. Показано, что при взаимодействии флюса с металлом возможны обменные реакции титана и его окислов с компонентами бескислородного флюса. Рассмотрены особенности проплавления металла и термического цикла околошовной зоны при сварке титана. Библиография — 22 названия.

Гуревич С. М., Дидковский В. П. Некоторые вопросы электрошлаковой сварки титана. «Автоматическая сварка», 1957, № 3 (54), с. 85—91.

Исследование условий получения качественных сварных соединений технического титана, выполненных электрошлаковым способом. Необходимость применения бескислородного флюса и дополнительной защиты зоны сварки аргоном. Зависимость механических свойств сварного шва от энергии, расходуемой в процессе сварки на 1 пог. м сварного шва.

Лейначук Е. А. (Ордена Трудового Красного Знамени Ин-т электросварки им. Е. О. Патона АН УССР). О влиянии титана на уменьшение склонности наплавленного металла к горячим трещинам. «Автоматическая сварка», 1957, № 4, с. 52—58.

Количественные данные о влиянии титана на склонность к трещинам металла, содержащего 0,50—2,98% углерода. Разрушая столбчатую структуру, титан уменьшает склонность наплавленного металла к трещинам. При избытке титана склонность к трещинам увеличивается.

Мордвинов Л. А. Технология сварки и пайки. Практическое пособие для конструкторов и технологов. М., Оборонгиз, 1957, 149 с.

Наиболее широко применяемые способы сварки и пайки металлов, их преимущества, недостатки и области применения. Краткое изложение особенностей технологии подготовки под сварку, выбора метода и технологии сварки различных металлов и сплавов. Дефекты и методы контроля качества сварных соединений.

Для конструкторов и технологов, не имеющих специального образования по сварке, но встречающихся с проектированием и изготовлением сварных конструкций.

Руководство по электродуговой сварке под флюсом. Под ред. Б. Е. Патона. Киев—М., Машгиз, 1957, 236 с. (Ордена Трудового Красного Знамени Ин-т электросварки им. Е. О. Патона АН УССР).

Основы технологии и техники автоматической сварки под флюсом. Описание конструкций современных автоматов и полуавтоматов, указания по их эксплуатации и наладке. Подробное описание особенностей сварочных и наплавочных работ. Конкретные указания по технике и режимам сварки малоуглеродистых, среднеуглеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей и цветных металлов.

Для рабочих и мастеров-сварщиков.

Уколов Г. А. Кислородная резка нержавеющей сталей. «Машиностроитель», 1957, № 10, с. 15—17.

Новый способ кислородно-песочной резки нержавеющей сталей, разработанный и успешно применяемый в течение двух лет на Уралхиммашзаводе. Описание и схема специальной установки типа УКПР—УЗХМ, состоящей из бункера для песка и резака. Кислородно-песочным способом обеспечивается резка сталей толщиной от 3 до 100 мм.

Организация труда и производства

Бочаров Г. Г. Учет производства и калькуляция в машиностроении. Изд. 2-ое, перераб. М., Машгиз, 1957, 310 с.

Основные вопросы организации учета производства и калькулирования себестоимости промышленной продукции в машиностроении. Передовые методы первичного учета и документации в условиях организации производства разных отраслей машиностроения.

Для ИТР, экономистов и работников учета.

Вопросы экономики и организации производства. Сб. статей. Вып. 12. М.—Свердловск, Машгиз, 1957, 96 с. (Челябинский политехнический ин-т).

Сборник статей по вопросам экономики и организации производства: выявлению и использованию внутрипромышленных резервов; принципам построения производственных процессов; методам расчета производственных циклов и заделов; механизации производственных процессов и пр.

Для ИТР и научных работников.

Головинский В. В. Статистический контроль качества за рубежом. Современная практика статистического контроля (регулирования) качества продукции в зарубежном машиностроении и приборостроении. М., Машгиз, 1957, 152 с.

Критическое изложение послевоенного опыта применения статистического контроля качества в зарубежном машиностроении. Эволюция принципов и масштабов применения статистического контроля качества в США, Англии, Франции и Западной Германии. Современная практика статистического контроля в литейных, механических, сборочных цехах и цехах покрытий.

Для ИТР машиностроения.

В последних номерах основных машиностроительных журналов**Станки и инструмент, 1958, № 1**

Финкель Х. Я. Бункерно-загрузочные устройства и их классификация, с. 1—3.

Классификация бункерно-загрузочных устройств по принципу ориентации: класс I — бункерные загрузчики с последовательным способом ориентации; класс II — бункерные загрузчики с параллельно-последовательным способом ориентации; класс III — бункерные загрузчики с параллельно-непрерывным способом ориентации. Схемы загрузочных устройств перечисленных классов. Описание нового бункерно-загрузочного устройства БОУ-Ф1 (относящегося к классу III), разработанного в Московском станкостроительном ин-те. Устройство БОУ-Ф1 проще обычно применяющихся, может быть легко пристроено к любому станку или автомату и является до некоторой степени универсальным: оно служит для ориентации болтов, винтов, шурупов, гаек, шайб, цилиндрических штифтов и др. деталей аналогичной конфигурации.

Чаман В. С. Новая конструкция датчика для цехового профилометра ПЧ-3, с. 16—17.

Описание новой конструкции датчика к профилометру ПЧ-3, сконструированной лабораторией электроавтоматики Бюро взаимозаменяемости Комитета стандартов, мер и измерительных приборов. Датчик новой конструкции весит около 80 г, что дает значительное преимущество при проверке чистоты обработки деталей из относительно мягких материалов: бронзы, латуни, дуралюмина и пр. Уменьшение внешних габаритов датчика позволяет проверять чистоту обработки в отверстиях значительно меньшего диаметра — до 30 мм.

Турков Г. А. Упрощенная методика определения вспомогательного времени при нормировании станочных работ, с. 27—28.

Новая методика определения вспомогательного времени (при работе на металлорежущих станках в индивидуальном и мелкосерийном производстве) процентным отношением к штучному (в зависимости от основного времени). Принципы разработки таблиц коэффициентов для практического при-

Козлова З. А., Николаева К. Е., Пуринь М. Я. Режим экономии и организации внутризаводского хозрасчета на предприятиях металлообрабатывающей промышленности Латвийской ССР. Рига, Изд-во А. Н. Латвийской ССР, 1957, 211 с. (Академия Наук Латвийской ССР, Ин-т Экономики).

Вопросы использования основных факторов роста производительности труда. Режим экономии в использовании материальных ресурсов. Анализ состояния внутризаводского хозрасчета и снижение себестоимости продукции на различных предприятиях металлообрабатывающей промышленности. В основном анализируются материалы производственно-хозяйственной деятельности шести крупнейших рижских заводов.

Для ИТР и партийно-хозяйственного актива завода, а также для преподавателей и студентов вузов.

Новая техника в электроснабжении промышленных предприятий. Сб. статей. М.—Л., Госэнергоиздат, 1957, 320 с. (Моск. Дом Научно-технической пропаганды им. Ф. Э. Дзержинского).

Материалы научно-производственной конференции по новой технике и перспективам ее развития в области электроснабжения и электрооборудования промышленных предприятий, которая была проведена Энергетической секцией Моск. Дома научно-технической пропаганды им. Ф. Э. Дзержинского совместно с Государственной инспекцией по промэнергетике и энергонадзору МЭС СССР. Статьи посвящены перспективам производства электрооборудования для промышленных предприятий, вопросам автоматизации и телемеханизации систем электроснабжения, современным системам управления электроприводами, опыту эксплуатации электрооборудования и пр.

Для ИТР, работающих в области проектирования и эксплуатации электрооборудования.

менения данной методики в производственных условиях. Таблица примерных значений коэффициентов K общего ручного времени на операцию, выраженного частью от штучного времени. Примеры применения предлагаемой методики.

Литейное производство, 1958, № 1

Смирнов Ф. И., Будылин М. М. Механизированная линия оболочкового литья (из опыта работы Киевского мотоциклетного завода), с. 3—5.

В целях снижения стоимости оболочкового литья на Киевском мотоциклетном заводе предусмотрена автоматизированная установка для приготовления плакированной оболочковой смеси; комплексно решены вопросы механизированного транспорта песка к смесеприготовительным агрегатам и готовой смеси к машинам, а также доставка оболочек и стержней к месту сборки. Заливка производится на подвижном конвейере с отсосом образующихся газов. По предварительным подсчетам описанная линия даст 0,25 млн. руб. экономии в год.

Литвин Д. М. Полуавтоматическая машина для литья под давлением деталей из цветных сплавов модели 516, с. 10—14.

Машина модели 516 спроектирована ЦКБ НИИЛИТМАШ; опытный образец изготавливается на Павлоградском заводе литейных машин. Кинематическая схема и принцип работы машины. Гидро- и электрооборудование. Установка прессформы на машину. Краткая техническая характеристика машины. Производительность машины в час (в соответствии с отливкой) до 80 операций; максимальный вес отливки для алюминия 3,6 кг, для медных сплавов — 8 кг.

Воробьев Ю. А. О допусках на размеры отливок, с. 22—23.

Основные недостатки ГОСТ 1855—55 и 2009—55 на допускаемые отклонения по размерам для всех видов литья из черных металлов. Необходимость создания единого ГОСТ на все виды литья и проведения ряда предварительных работ

по определению точности технологических процессов отдельных видов литья; разработка средств контроля размеров и пр.

Маркин А. И. Литые штампы, с. 23—24.

Преимущества применения сфероидизированного ковкого чугуна для штампов холодной штамповки. Испытания, проведенные в производственных условиях, позволили установить, что эксплуатационная стойкость литых штампов из стали и сфероидизированного ковкого чугуна выше, чем штампов, изготовленных из поковок. Новый метод литья штампов, предложенный инж. Голубом (Чехословакия). По данным заводов, экономия, получаемая от замены стальных штампов литыми чугунами, составляет в среднем около 2000 руб. на комплект.

Сварочное производство, 1958, № 1

Рыкалин Н. Н., Пугин А. И. Расчет нагрева и охлаждения стержней при сварке встык сопротивлением, с. 1—6.

Обоснование и развитие методов расчета распределения температуры по длине свариваемых стержней к концу нагрева и термического цикла в соответствии с теорией распространения теплоты при стыковой сварке сопротивлением. Опытное исследование нагрева. Теория расчета процесса нагрева. Расчет параметров режима и термического цикла. Выводы.

Горячева К. Г. Расчетный метод определения величины дефекта в сварном соединении по гамма-снимку, с. 12—14.

Затруднения, возникающие при рассмотрении гамма-снимков сварных соединений, в определении протяженности дефектов в глубину. Несовершенство существующих методов определения протяженности дефекта в глубину. Расчетный метод определения величины дефектов по гамма-снимку, позволяющий свести расхождение между расчетными и истинными данными менее чем к 10%.

Журавлев Б. В. Устройство, автоматически прекращающее сварку при пропуске импульса тока, с. 39.

Описание и схема устройства, автоматически контролирующего качество шва при роликовой и точечной сварке ответственных конструкций. Устройство контролирует время паузы между импульсами тока и приостанавливает сварку в случае пропуска импульса тока или его снижения, а также при затягивании паузы между импульсами тока.

Моравский В. Э. Новые конденсаторные машины для точечной сварки тонкого металла, с. 40—42.

Описание и схемы разработанных в 1956—57 гг. новых типов точечных конденсаторных машин — ТКМ-5, ТКМ-6 и ТКМ-7, предназначенных для сварки металла толщиной до 0,7—0,8 мм.



Письмо в редакцию

ЗА РАЦИОНАЛЬНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ ПРИБОРОВ НА САМОЛЕТЕ

Приборы и оборудование необходимо размещать на самолете так, чтобы пилот, штурман или радист могли пользоваться ими без особых усилий, а также, чтобы они были удобны для обслуживания и не мешали при использовании других приборов или агрегатов. К сожалению, конструкторам-приборостроителям не всегда удается это сделать. Причиной заключается в том, что многие приборы и самолетное оборудование все еще имеют чрезмерно большие размеры и вес. Например, на одном современном самолете группа приборов контроля температур и давлений (указатели, датчики и крепежные детали) весит около 30 кг, а ее указатели занимают на приборной доске около 25 дм².

Конструкторская бригада одного из ОКБ взяла на себя инициативу изучить пути уменьшения веса и габаритных размеров этих приборов. Все 34 указателя объединили в одном корпусе; температура масла в двигателях определяется четырьмя малогабаритными, горизонтально расположенными в одном ряду, указателями; температура газов, давление масла, давление горючего и другие данные фиксируются размещенными подобным же образом указателями. Получился компактный прибор весом примерно 4 кг и площадью около 8 дм². Общий вес датчиков уменьшился до 6 кг. Таким образом, вес комплекта указателей и датчиков снизился до 10 кг.

Комплект прибора для жидкого кислорода КПЖЗО весит 47 кг (без кислорода), имеет диаметр 500 мм и высоту 810 мм. Разместить несколько таких приборов (до десяти) на самолете очень трудно. Изучение конструкции прибора показало, что форма его неудачна, и что в нем не использованы экономичные титановые сплавы. Подобных примеров можно привести много.

Особенно бросается в глаза несовершенство некоторых видов электрической арматуры: выключателей, кнопок, осветителей и др. Рассмотрим, например, выключатель 2ППН-45. Корпус его изготовлен из листовой латуни толщиной 1 мм с антикоррозийным покрытием. Вес такого выключателя очень велик (90 г). Поскольку подобных выключателей на самолете десятки и даже сотни, это приводит к ненужному расходу металла и утяжелению самолета.

Многие конструкторы-самолетчики и приборостроители недостаточно используют новые высокопрочные легкие материалы. Например, баллоны газообразного кислорода КБ-1 и КБ-3 лучше изготовлять не из высоколегированной стали, а из титановых листовых сплавов ВТ5Д или ВТ6 штампов-

кой полусфер с последующей сваркой. Это снизит общий вес баллонов на самолете на 40—45% и сделает более удобным пользование ими.

Если на некоторых самолетах стальные трубопроводы гидравлических и пневмостистем высокого давления заменить трубами малых диаметров из титанового сплава, то можно значительно снизить вес. Необходимо организовать производство таких труб.

Еще недостаточно распространены высокопрочные легкие пластики, выпускаемые отечественной химической промышленностью. Из этих пластиков можно изготовлять корпуса приборов (для жесткости их следует армировать легкими металлическими каркасами), корпуса многих агрегатов и самолетного оборудования, электрическую арматуру, приборные панели, щитки, даже винты и гайки.

В одном ОКБ предложили заменить металлические винты крепления внутренней обшивки пассажирской кабины винтами из пластмассы типа капрон, изготовленными прессованием. Такие винты вполне удовлетворяют требованиям прочности и дают возможность избежать обмерзания. При большом количестве винтов получается значительный выигрыш в весе.

Рациональное использование новых материалов в конструкции самолетов, приборов и оборудования будет способствовать автоматизации управления самолетом. Одновременно улучшатся технико-экономические показатели и, главное, резко уменьшатся расходы на эксплуатацию.

Вышеуказанные задачи можно успешно решить только при условии творческого содружества конструкторов-приборостроителей с конструкторами-самолетчиками, работниками НИИ, ВВС и технологами. Поскольку все недостатки в размещении и использовании аппаратуры, приборами и оборудованием выявляются в самолетостроительных ОКБ, целесообразно в их составе иметь группу предварительной разработки приборов и оборудования.

ОКБ необходимо полнее использовать опыт и достижения наших научно-исследовательских институтов (ЛИИ, НИИТ, ВИАМ и других), держать с ними постоянную деловую связь, шире привлекать научных работников к решению сложных технических задач. НИИ, в свою очередь, должны увязывать свою тематику с работой самолетостроительных ОКБ, авиационных частей ВВС и подразделений гражданской авиации.

И. И. Борисов

Page Denied

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ОБОРОНГИЗ

МОСКВА 1958

5

25X1

Экз. № 1067

АВИАЦИОННАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

ОРГАН ГОСУДАРСТВЕННОГО КОМИТЕТА
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

ГОД ИЗДАНИЯ

26

*Специальный номер,
посвященный
авиационному приборостроению*

5

Май

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА 1958

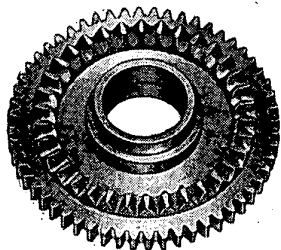
В этом номере журнала

В разделе „Конструирование и расчеты“

Допуски на цилиндрические зубчатые колеса и рейки. *В. И. Голиков* (стр. 3).

В статье описаны результаты анализа методов обработки цилиндрических зубчатых колес и реек малого модуля, существующие системы допусков на эти колеса и рейки, а также новая нормаль АН-1527, предназначенная для металлических и неметаллических зубчатых колес и реек и регламентирующая как комплексные, так и поэлементные показатели точности колеса.

Расчет и изготовление плоских колес неэвольвентного зацепления. *Н. И. Либенсон и А. З. Лукьянов* (стр. 9).



Ортогональная негипоидная передача представляет собой зацепление плоского колеса, имеющего на торцевой поверхности зубья особого очертания, с обычным прямым цилиндрическим прямозубым колесом. Эта передача имеет ряд преимуществ по сравнению с коническими передачами, особенно для узлов повышенной точности. В статье даны расчет и способы изготовления плоских колес для этой передачи.

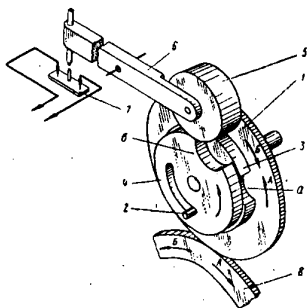
В разделе „Технология“

Важнейшие проблемы технологии авиаприборостроения. *Б. В. Григорьев* (стр. 24).

За последнее время в авиаприборостроении освоены сложнейшие системы автоматического регулирования режимов и контроля работы агрегатов, включающие радиолокационную и радиотелевизионную аппаратуру, различные упругие, магнитные и электрические датчики и т. п. Чистота обработки отдельных деталей этих систем достигает 12—13 классов. В статье сделана попытка обобщить основные технологические проблемы, возникшие в связи с развитием приборостроения.

Механизация и автоматизация намоточных работ. *И. А. Буянов* (стр. 28).

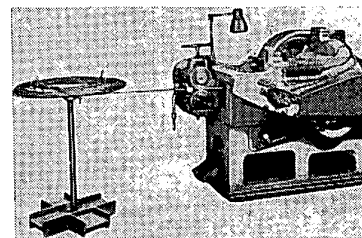
При выполнении намоточных работ их механизация и автоматизация имеют большое значение как для снижения трудоемкости, так и для повышения точности намотки. В статье приводятся результаты анализа конструкции различных намоточных станков и разработанного на его основе единого типажа намоточного оборудования, а также конструкции ряда унифицированных узлов станков.



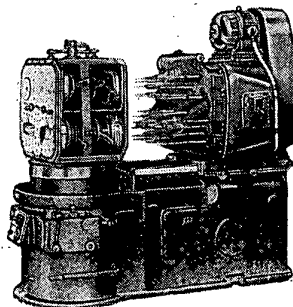
ИТ. 0111111111111111 (Полное содержание см. в конце номера.)

Холодная обработка приборных деталей давлением *П. Д. Ермолаев* (стр. 37).

В статье приводится разработанная и внедренная НИТИ новая технология высадки конических штифтов и холодной прокатки профильных заготовок, которая будет способствовать дальнейшему распространению этих прогрессивных методов изготовления массовых деталей.



Компоновки агрегатных станков для производства деталей приборов. *Я. В. Либов* (стр. 46).

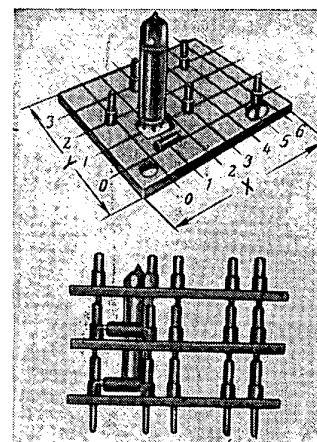


Детали авиационных приборов имеют специфические особенности, отражающиеся на компоновке и технических требованиях к агрегатным станкам для их обработки. В статье приводятся основные положения по компоновке агрегатных станков для приборов и ряд примеров компоновки.

В разделе „Зарубежная техника“

Программирование сборочных операций. *А. В. Чернышев* (стр. 96).

На электронное и другое оборудование приходится 55—60% стоимости управляемых снарядов. В этих условиях особое значение приобретает автоматизация сборки электронной аппаратуры. Однако автоматизация при мелкосерийном производстве возможна только при использовании программного управления, позволяющего сочетать высокую производительность оборудования с его универсальностью благодаря быстрой переналадке. В статье описано применение программного управления для автоматизации сборочных работ в авиаприборостроении.



КОНСТРУИРОВАНИЕ и РАСЧЕТЫ

Допуски на цилиндрические зубчатые колеса и рейки

Канд. техн. наук В. И. ГОЛИКОВ

Выбор комплексных показателей точности колес

В последние годы в отечественной промышленности и за рубежом все шире применяются комплексные методы контроля кинематической точности зубчатых колес. Это объясняется главным образом тем, что комплексный контроль в значительно большей степени, чем поэлементный, характеризует эксплуатационные качества этих колес, а также является более производительным.

В основу существующих систем допусков на зубчатые колеса малого модуля положены поэлементные показатели оценки эксплуатационных качеств. Таким образом, с одной стороны, имеются новые, более прогрессивные комплексные методы оценки качества колес (однако недостаточно освоенные), а с другой стороны — поэлементные методы, которые в значительно меньшей степени характеризуют качество, менее производительны, но в то же время используются в промышленности.

В связи с этим на основе проведенной автором и инженером В. А. Мельниковой работы по исследованию методов обработки зубчатого венца цилиндрических колес малого модуля, анализа существующих систем допусков и отзывов по выпущенной НИАТ в 1950 г. нормали 206-МТ разработана новая норма АН-1527 МАП «Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски для колес и передач с модулями 0,15 ÷ 1 мм».

Основная особенность новой нормы заключается в том, что она предназначена для металлических и неметаллических зубчатых колес и реек и регламентирует одновременно как комплексные, так и поэлементные показатели точности колеса.

Надежность работы зубчатой передачи обуславливается не только точностью изготовления колес, валов и корпусов, но и точностью монтажа колес на вал и в корпус. Поэтому в норму впервые сделана попытка регламентировать допуски, обеспечивающие правильность такого монтажа.

Большое внимание в новой норму уделено вопросу определения наименьшего смещения исходного контура колеса.

На основе теоретического анализа и экспериментальных исследований комплексных и поэлементных показателей точности колеса установлена их взаимосвязь. Для элементов зубчатых колес малых модулей, полученных шлифованием абразивным червяком, фрезерованием червячной фрезой или долблением, кинематическая погрешность колеса (ΔF_z) применительно к приборам МТ-2, измеряющим ее в направлении по касательной к длительной окружности, определяется по формуле

$$\Delta F_z = \Delta t_z + \frac{\Delta t_0 + k \Delta f}{\cos \alpha_d}, \quad (1)$$

где Δt_z — накопленная погрешность окружного шага;

Δt_0 — погрешность основного шага;

k — коэффициент погрешности профиля эвольвенты (обычно величина его не больше единицы);

Δf — погрешность профиля эвольвенты;

α_d — угол исходного контура рейки.

Значение ΔF_z применительно к приборам, измеряющим эту величину по линии зацепления, вычисляются по формуле

$$\Delta F_z = \cos \alpha_d \Delta t_z + \Delta t_0 + k \Delta f. \quad (2)$$

Для зубчатых колес, полученных фрезерованием дисковой фрезой или шлифованием на станках МААГ, кинематическая погрешность колеса применительно к приборам МТ-2 определяется по формуле:

$$\Delta F_z = \Delta t_z + \frac{\Delta f}{\varepsilon \cos \alpha_d}. \quad (3)$$

Та же погрешность применительно к приборам, измеряющим ΔF_z по линии зацепления, будет:

$$\Delta F_z = \cos \alpha_d \Delta t_z + \frac{\Delta f}{\varepsilon}, \quad (4)$$

где ε — коэффициент перекрытия колеса с эталонной рейкой.

Значение коэффициента профиля эвольвенты для конкретной партии определяется по формуле

$$k = \frac{\bar{\Delta f} - \varepsilon \bar{\Delta t}_0}{\bar{\Delta f}}, \quad (5)$$

где $\bar{\Delta f}$ — среднее значение погрешности профиля;

$\bar{\Delta t}_0$ — среднее значение погрешности основного шага. (При отрицательных значениях коэффициента k он приравняется к нулю).

Кинематическая погрешность колеса $\Delta F'_z$, выраженная в минутах, определяется по формуле

$$\Delta F'_z = \frac{3,44 \Delta F_z}{r_d}, \quad (6)$$

где r_d — радиус делительной окружности.

Циклическая погрешность ΔF колеса, полученного шлифованием абразивным червяком, фрезерованием червячной фрезой или долблением, измеренная на приборе МТ-2, вычисляется по формуле

$$\Delta F = \frac{\Delta t_0 + k \Delta f}{\cos \alpha_d}, \quad (7)$$

а применительно к приборам, отсчитывающим циклическую погрешность по линии зацепления, — по формуле

$$\Delta F = \Delta t_0 + k \Delta f. \quad (8)$$

Циклическая погрешность колес с модулями 0,15 ÷ 1 мм, обработанных указанными способами, обычно постоянна по углу поворота. Только при наличии значительных кратоциклических составляющих в кинематической погрешности цепи деления станка циклическая погрешность будет изменяться по углу φ поворота колеса.

Циклическая погрешность колеса, полученного методами обкатки с единичным делением и копирования, измеренная на приборе МТ-2, определяется в общем случае из выражения

$$\Delta F = \frac{\varepsilon \Delta t_0 + \Delta f}{\varepsilon \cos \alpha_d}, \quad (9)$$

а применительно к приборам, измеряющим циклическую погрешность по линии зацепления, — по формуле

$$\Delta F = \frac{\varepsilon \Delta t_0 + \Delta f}{\varepsilon}. \quad (10)$$

При нарезании зубчатого венца по методам обкатки с единичным делением и копирования погрешность окружного и основного шага связаны соотношением

$$\Delta t_0 = \Delta t \cos \alpha_d. \quad (11)$$

Следовательно, ввиду различных значений погрешностей окружного шага циклические погрешности

подобных колес будут переменными по углу поворота колеса.

При определении кинематической погрешности партии зубчатых колес по трем составляющим ее параметрам применительно к приборам типа МТ-2 необходимо прибегнуть к вероятностному суммированию. Математическое ожидание (среднее значение) кинематической погрешности измеряемой партии зубчатых колес $M(\Delta F_z)$ равно сумме математических ожиданий составляющих погрешностей, т. е.

$$M(\Delta F_z) = M(\Delta t_z) + \frac{1}{\cos \alpha_d} M(\Delta t_0) + \frac{k}{\cos \alpha_d} M(\Delta f). \quad (12)$$

Здесь $M(\Delta F_z)$, $M(\Delta t_z)$, $M(\Delta t_0)$ и $M(\Delta f)$ — соответственно следующие средние значения погрешности измеряемой партии зубчатых колес: кинематической; накопленной окружного шага; основного шага; профиля.

Предельное отклонение кинематической погрешности зубчатых колес от среднего значения

$$\xi_z = k_d \sqrt{k_{t_z}^2 \xi_{t_z}^2 + \frac{1}{\cos^2 \alpha_d} k_{t_0}^2 \xi_{t_0}^2 + \frac{k^2}{\cos^2 \alpha_d} k_f^2 \xi_f^2}, \quad (13)$$

где k_d — коэффициент, учитывающий закон распределения суммарной погрешности;

k_{t_z} , k_{t_0} и k_f — соответственно коэффициенты относительного рассеивания погрешности: накопленной окружного шага; основного шага, профиля;

ξ_{t_z} , ξ_{t_0} и ξ_f — соответственно половина поля рассеивания погрешности: накопленной окружного шага; основного шага; профиля.

Наибольшая кинематическая погрешность партии обработанных колес определяется по формуле

$$\Delta F_{z \max} = M(\Delta t_z) + \frac{1}{\cos \alpha_d} M(\Delta t_0) + \frac{k}{\cos \alpha_d} M(\Delta f) + k_d \sqrt{k_{t_z}^2 \xi_{t_z}^2 + \frac{1}{\cos^2 \alpha_d} k_{t_0}^2 \xi_{t_0}^2 + \frac{k^2}{\cos^2 \alpha_d} k_f^2 \xi_f^2}. \quad (14)$$

При расчете кинематической погрешности колеса по допускам трех составляющих ее параметров математическое ожидание кинематической погрешности находят из выражения

$$M(\delta F_z) = M(\delta t_z) + \frac{k}{\cos \alpha_d} M(\delta f), \quad (15)$$

где $M(\delta t_z)$ и $M(\delta f)$ — соответственно математическое ожидание накопленной погрешности окружного шага и погрешности профиля эвольвенты.

Математическое ожидание погрешностей основного шага при симметричном расположении допусков равно нулю. Наибольшая кинематическая погрешность партии колес, рассчитанных по допускам, определяется по формуле

$$\delta F_{\Sigma \max} = M(\delta t_{\Sigma}) + \frac{k}{\cos \alpha_d} M(\delta f) + \\ + k_d \sqrt{k_{t_{\Sigma}}^2 \xi_{t_{\Sigma}}^2 + \frac{1}{\cos^2 \alpha_d} k_{t_0}^2 \xi_{t_0}^2 + \frac{k^2}{\cos^2 \alpha_d} k_f^2 \xi_f^2}, \quad (16)$$

где δt_{Σ} и δf — соответственно допуски на накопленную погрешность окружного шага и профиля.

Используя приведенные формулы, конструктор, технолог и контролер при отсутствии приборов, непосредственно измеряющих кинематическую и ци-

лическую погрешности колеса, могут рассчитать указанные величины, зная их составляющие. Установление взаимосвязи комплексных показателей оценки кинематической точности зубчатых колес с поэлементными позволило построить взаимоувязанную систему допусков.

В табл. 1 приведены результаты исследования составляющих кинематической погрешности зубчатых колес.

На фигуре приведены кривые рассеивания погрешностей: кинематической, накопленной окружного шага, основного шага и профиля эвольвенты партии зубчатых колес с $m=0,3$ мм, $z=45$, $n=200$ мм, полученных фрезерованием червячной фрезой.

Для партии колес, измеренных прибором МТ-2, среднее значение кинематической погрешности $\bar{\Delta F}_{\Sigma} = 22$ мк, среднеквадратичное отклонение $\sigma_{F_{\Sigma}} = 4,4$ мк.

Таблица 1
Результаты исследования составляющих кинематической погрешности зубчатых колес

(в мк)

№ партии	Среднее значение накопленной погрешности окружного шага $\bar{\Delta t}_{\Sigma}$	Среднеквадратичное отклонение накопленной погрешности окружного шага $\sigma_{t_{\Sigma}}$	Первое измерение		Второе измерение		Отношение погрешности профиля к косинусу угла исходного контура $\frac{\Delta f}{\cos \alpha_d}$	Среднеквадратичное отклонение погрешности профиля σ_f	Среднее значение погрешности профиля, возникающей под влиянием погрешности основного шага $\bar{\Delta f}_{t_0}$	Среднее значение кинематической погрешности колеса за оборот $\bar{\Delta F}_{\Sigma}$	
			среднее значение погрешности основного шага $\bar{\Delta t}_0$	среднеквадратичное отклонение погрешности основного шага σ_{t_0}	среднее значение погрешности основного шага $\bar{\Delta t}_0$	среднеквадратичное отклонение погрешности основного шага σ_{t_0}				фактическое	расчетное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	19,2	4,7	2,7	1,7	2,7	2,0	5,2	1,7	5,0	22,8	22,8
2	16,8	5,0	2,6	1,2	2,4	2,4	6,9	2,9	4,6	21,6	20,6
3	16,5	2,4	2,2	1,0	2,6	1,0	7,1	2,7	4,5	20,1	20,3
4	17,1	3,0	1,1	2,0	2,0	1,6	5,1	1,3	2,9	20,3	22,7
5	20,4	6,3	2,0	2,1	2,7	1,1	6,0	1,5	4,5	22,9	24,1
6	15,5	3,0	2,4	1,4	0,9	2,0	6,7	1,6	3,4	21,0	19,9
7	17,5	4,6	1,8	2,9	2,0	2,2	5,8	1,2	3,5	20,9	21,8
8	17,0	4,8	2,4	1,9	1,8	1,8	7,2	2,0	3,9	21,3	21,1
9	17,3	4,4	1,4	2,6	1,4	1,3	6,0	1,7	2,6	21,2	22,0
10	20,6	4,2	1,4	2,3	0,6	2,9	6,3	1,3	1,9	24,6	25,6
11	18,8	3,4	1,8	1,8	2,5	1,2	7,2	1,6	4,0	22,7	22,9
12	18,7	4,8	2,0	1,5	2,0	1,6	5,9	1,0	3,7	21,8	22,4
13	17,3	3,8	2,2	0,8	1,5	1,6	5,7	1,3	3,4	23,8	21,2
14	18,8	4,7	1,9	2,4	1,8	2,4	5,7	1,5	3,4	22,4	23,2
15	17,6	6,3	0,0	2,2	0,2	2,1	7,7	2,0	0,4	24,8	25,2
16	20,0	6,9	0,7	2,5	0,9	2,0	5,5	0,8	1,5	22,3	24,8
17	14,8	4,5	1,2	1,3	0,6	1,5	6,2	0,2	1,5	20,2	20,3
18	16,8	5,6	1,3	1,7	0,3	1,8	5,5	0,6	1,5	20,6	21,6
19	16,7	6,6	1,8	2,5	0,4	1,6	5,7	1,3	2,1	20,6	22,4
20	14,3	4,2	0,9	2,0	0,2	2,7	5,7	1,4	1,1	19,6	19,5
21	15,1	4,9	0,6	2,9	1,0	2,0	7,2	1,2	1,5	20,2	21,9

Наибольшая кинематическая погрешность, измеренная прибором МТ-2.

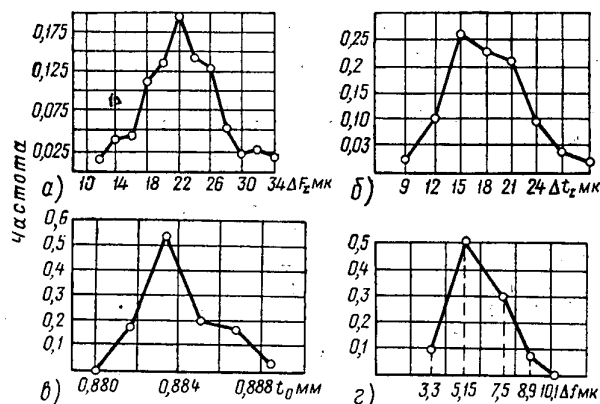
$$\Delta F_{\Sigma \max} = \bar{\Delta F}_{\Sigma} + 3\sigma_{\Sigma} = 22 + 3 \cdot 4,4 = 35,2 \text{ мк.}$$

При вычислении этой погрешности по составляющим среднее значение накопленной погрешности окружного шага $\bar{\Delta t}_{\Sigma} = 18 \text{ мк}$, а среднеквадратичное отклонение $\sigma_{t_{\Sigma}} = 4,2 \text{ мк}$.

Средние значения и среднеквадратичные отклонения погрешностей основного шага и профиля соответственно будут (в мк):

$$\bar{\Delta t}_0 = 2; \sigma_{t_0} = 1,7; \bar{\Delta f} = 5,9; \sigma_f = 1,5,$$

где σ_f — среднеквадратичное отклонение погрешности профиля.



Рассеивание погрешностей зубчатых колес.

а — кинематической; б — накопленной окружного шага; в — основного шага; г — профиля эвольвенты.

Составляющую погрешности профиля, которая должна войти в формулы (7) и (8), определяют из выражения

$$k\bar{\Delta f} = \bar{\Delta f} - \bar{\Delta t}_0 \epsilon = 5,9 - 2 \cdot 1,85 = 2,2 \text{ мк.}$$

Среднее значение кинематической погрешности в соответствии с выражениями (1) и (13)

$$\begin{aligned} \bar{\Delta F}_{\Sigma} &= \bar{\Delta t}_{\Sigma} + \frac{\bar{\Delta t}_0}{\cos \alpha_d} + \frac{k\bar{\Delta f}}{\cos \alpha_d} = \\ &= 18 + 2,12 + 2,34 = 22,46 \text{ мк.} \end{aligned}$$

Предельное отклонение кинематической погрешности от среднего значения определяется из выражения (13)

$$\xi_{\Sigma} = 1\sqrt{1^2 \cdot 12,6^2 + 1^2 \cdot 5,1^2 + 1^2 \cdot 4,5^2} = 13,8 \text{ мк.}$$

Тогда наибольшая кинематическая погрешность

$$\Delta F_{\Sigma \max} = \bar{\Delta F}_{\Sigma} + \xi_{\Sigma} = 22,46 + 13,8 = 36,26 \text{ мк.}$$

Результаты исследований подтверждают теоретические выводы и показывают, что значения кинематической погрешности, выведенные расчетным путем, практически равны значениям, полученным непосредственно на приборе МТ-2.

В нормализованных рекомендациях по выбору степени точности в зависимости от окружных скоростей. Ис-

следования, проведенные в этой области, позволяют считать, что доля дополнительной динамической нагрузки в фактической общей нагрузке, даже при незначительных окружных скоростях, относительно велика.

Чем выше класс точности, т. е. чем точнее изготовлен зубчатый венец, тем благоприятнее соотношение между номинальной и общей нагрузкой. Поэтому степень точности, а в связи с ней и метод изготовления зубчатых колес в скоростной передаче необходимо определять исходя в первую очередь из заданных окружных скоростей.

Если передача одновременно является отсчетной и скоростной, то конструктор должен отдельно установить степень точности сцепляющихся колес для выполнения обеих функций.

Из двух выявленных степеней точности выбирают более высокую, ибо только она в состоянии удовлетворить требованиям и отсчетного механизма, и скоростной передачи.

В настоящее время отсутствуют исчерпывающие данные о дополнительных динамических нагрузках в скоростных зубчатых передачах малых модулей в зависимости от погрешностей параметров зубчатого колеса. На основе обобщения опыта применения скоростных передач в отечественном и зарубежном приборостроении в табл. 2 приведены рекомендации по выбору степени точности рассматриваемых колес в зависимости от окружных скоростей.

Таблица 2
Зависимость степени точности зубчатых колес от окружной скорости

Окружная скорость в м/сек	Класс точности	Степень точности
—	00	3
> 15	0	4
10—15	1	5
6—10	2	6
4—6	3	7
2—4	4	8
< 2	4	9

Зубчатые колеса третьей степени точности (00 класс точности) предназначены для высокоточных эталонных колес, характеризующихся кинематической погрешностью $\Delta F_{\Sigma} = 5 \div 19 \text{ мк}$ (в зависимости от модуля и диаметра делительной окружности) и циклической погрешностью $\Delta F = 1,2 \div 2 \text{ мк}$. Без специального обоснования третья степень точности применять не рекомендуется.

Зубчатые колеса четвертой степени точности (0 класс точности) служат для эталонных колес нормальной точности и отсчетных механизмов с высоким постоянством передаточного отношения (кинематическая погрешность колеса в зависимости от диаметра составляет 9—30 мк), обладающих высо-

кой плавностью хода ($\Delta F=2\div 3$ мк), с к.п.д., равным 0,98—0,99, а кроме того, для бесшумных передач, работающих с окружными скоростями >15 м/сек.

Зубчатые колеса пятой степени точности (1-й класс точности) также предназначены для отсчетных механизмов с высокой точностью передаточного отношения (кинематическая погрешность $\Delta F_z=14\div 48$ мк), обладающих высокой плавностью хода ($\Delta F=3\div 5$ мк) и работающих с к.п.д., равным 0,95, при окружных скоростях 10—15 м/сек.

Зубчатые колеса шестой степени точности (2-й класс точности), наиболее широко распространенные в приборостроении, применяются для точных передач в отсчетных механизмах с постоянством передаточного отношения, характеризующимся кинематической погрешностью $\Delta F_z=23\div 76$ мк и циклической погрешностью $\Delta F=5\div 8$ мк. Такие передачи предназначены для работы с окружными скоростями 6—10 м/сек.

Зубчатые колеса седьмой степени точности (3-й класс точности) используют для передач в отсчетных и прочих механизмах с окружными скоростями 4—6 м/сек.

Зубчатые колеса восьмой степени точности (3—4-й класс точности) применяют для передач в обычных механизмах и приборах, работающих с окружными скоростями 2—4 м/сек.

Зубчатые колеса девятой степени точности (4-й класс точности) служат для неотчетных тихоходных передач в приборах и механизмах (скорость менее 2 м/сек).

Для каждой степени точности зубчатых колес устанавливают нормы кинематической точности и плавности работы колеса, степени прилегания (контакта зубьев), а также нормы, определяющие характер сопряжения передачи.

Для упрощения контроля точности зубчатых колес в производстве ниже изложены рекомендации по выбору сокращенных комплексов контролируемых элементов колеса, подлежащих обязательному сплошному или выборочному, постоянному или периодическому контролю. Каждый комплекс, используемый при приемке колес, является равноправным.

Показателями кинематической точности (постоянства передаточного отношения) колеса является его кинематическая погрешность за оборот ΔF_z или, в зависимости от степени точности, один из комплексов, содержащихся в табл. 3.

При оценке кинематической точности колеса допускается, чтобы одна из величин, входящих в комплекс, превосходила предельное значение, если суммарное влияние этих величин не превышает допуск на кинематическую погрешность колеса. Нормы кинематической точности, кроме относящихся к e_0 , $\delta_0 a$ (допуск на колебание межцентрового расстояния за один оборот колеса) и $\delta_0 L$ (допуск на колебание длины общей нормали), в зависимости от условий работы разрешается назначать по правым и левым профилям разных степеней точности.

Таблица 3

Рекомендуемые комплексы показателей кинематической точности зубчатого колеса

Комплексы	Степени точности						
	3	4	5	6	7	8	9
ΔF_z							
$\Delta t_z, \Delta f, \Delta t_0$				—	—	—	—
$e^*_{0}, \Delta \varphi_z^{**}, \Delta t_0, \Delta f$	—	—		—	—	—	—
$e_0, \Delta_0 L^{***}, \Delta t_0, \Delta f$	—	—		—	—	—	—
$\Delta t_z \cdot \Delta t_0$	—	—	—				
$\Delta t_z, \Delta f$	—	—	—				
$e_0, \Delta_0 L, \Delta t_0$	—	—	—				
$e_0, \Delta \varphi_z, \Delta t_0$	—	—	—				
$e_0, \Delta_0 L, \Delta f$	—	—	—				
$e_0, \Delta \varphi_z, \Delta f$	—	—	—				
$\Delta_0 a^{****}, \Delta_0 L$	—	—	—				
$\Delta_0 a, \Delta \varphi_z$	—	—	—				

* e_0 — биеение зубчатого венца;

** $\Delta \varphi_z$ — погрешность обкатки колеса;

*** $\Delta_0 L$ — колебание длины общей нормали;

**** $\Delta_0 a$ — колебание межцентрового расстояния на один зуб колеса в двухпрофильном зацеплении.

Показателем плавности работы колеса служит циклическая погрешность ΔF или, в зависимости от степени точности, один из комплексов, указанных в табл. 4.

Показателем, характеризующим степень прилегания зубьев по длине, является погрешность направления зубьев ΔB_0 . Показатель, в наибольшей степени определяющий величину мертвого хода передачи, обуславливается смещением исходного контура в тело колеса или одним из следующих комплексов:

а) $\Delta_a a, \Delta_n a$; б) $\Delta_m M, \delta M$ и e_0 ;

в) $\Delta_m S, \delta S$; г) $\Delta_m L, \delta L$ и e_0 ;

где $\Delta_a a$ и $\Delta_n a$ — соответственно верхнее и нижнее отклонения межцентрового расстояния;

$\Delta_m M$ — наименьшее утонение зубьев по проволочкам;

δM — допуск на размер M по проволочкам;

$\Delta_m S$ — наименьшее утонение зубьев по постоянной хорде;

δS — допуск на толщину зубьев по постоянной хорде;

$\Delta_m L$ — наименьшее утонение зубьев по длине общей нормали;

δL — допуск на отклонение длины общей нормали.

Таблица 4

Рекомендуемые комплексы показателей плавности работы зубчатого колеса

Комплексы	Степени точности						
	3	4	5	6	7	8	9
ΔF							
$\Delta f, \Delta t_0, \Delta t$				—	—	—	—
$\Delta f, \Delta t_0$	—	—	—		—	—	—
$\Delta \gamma a^*, \Delta t$	—	—	—		—	—	—
$\Delta t_0, \Delta t$	—	—	—		—	—	—
$\Delta f, \Delta t$	—	—	—		—	—	—
$\Delta \gamma a$	—	—	—	—			
Δt_0	—	—	—	—			
Δf	—	—	—	—			

* Колебание межцентрового расстояния на один зуб колеса.

Для создания разных величин бокового зазора в передаче зубчатые колеса каждой степени точности выполняются с тремя различными значениями наименьших утонений зубьев.

Точность изготовления цилиндрических зубчатых колес и передач задается степенью точности и видом сопряжения.

Допускается взаимное комбинирование норм кинематической точности, плавности работы колеса, контакта зубьев и бокового зазора разных степеней.

При комбинировании норм кинематической точности и норм плавности работы колеса последние должны быть не более чем на два класса ниже класса кинематической точности.

Если комбинируют нормы плавности работы колеса и контакта зубьев, то класс норм контакта зубьев следует выбирать не более чем на единицу меньше.

Если комбинируют нормы разных степеней, точность колес и передач обозначают в виде четырехзначного числа и буквы. Первая цифра этого числа означает номер степени по нормам кинематической точности колес, вторая — степени по нормам плавности работы колес, третья — степени по нормам контакта зубьев, а четвертая цифра и буква — соответственно степень точности и вид сопряжения. (Для передач с измененной величиной гарантированного зазора, не соответствующего одному из перечисленных видов сопряжения, буква, обозначающая вид сопряжения, не указывается).

Для упрощения контроля колес по толщине зубьев нормаль допускает оценку качества колеса непосредственно по средней длине общей нормали, проволокам или толщине зубьев по постоянной хорде.

Однако во избежание возможного заклинивания зубьев в передаче, в данном случае при расчете при-

ходится заранее учитывать влияние биения зубчатого венца.

В табл. 5 приведены рекомендуемые комплексы показателей толщины зубьев.

Таблица 5

Рекомендуемые комплексы показателей толщины зубьев

Комплексы	Степень точности						
	3	4	5	6	7	8	9
$\Delta_m h, \delta h$					—	—	—
$\Delta_b a, \Delta_n a$							
$\Delta_m M, \delta M e_0$				—	—	—	—
$\Delta_m L, \delta L, e_0$				—	—	—	—
$\Delta_m M, \delta M$	—	—	—				
$\Delta_m L, \delta L$	—	—	—				
$\Delta_m S, \delta S$	—	—	—				

Устанавливая производственные допуски на наименьшее утонение зубьев $\Delta_m S$ и их толщину δS , необходимо учитывать влияние погрешности наружного диаметра заготовки и его эксцентриситет относительно геометрической оси колеса.

Для контроля средней длины общей нормали, размера по проволочкам или толщины зубьев по постоянной хорде в нормали приняты следующие соотношения:

$$\Delta_m L = 0,684 (\Delta_m h + \frac{E_0}{2}), \quad (17)$$

где $\Delta_m h$ — наименьшее смещение исходного контура колеса;

E_0 — допуск на биение зубчатого венца.

$$\delta L = 0,684 (\delta h - E_0), \quad (18)$$

где δh — допуск на смещение исходного контура колеса.

$$\Delta_m M = (\Delta_m S + 0,364 E_0) k, \quad (19)$$

$$\delta M = (\delta S - 0,728 E_0) k. \quad (20)$$

Значение k вычисляют по общеизвестной формуле

$$k = \frac{\sin \alpha_d}{\sin \alpha_c}.$$

Инволюта угла α_c

$$\text{inv } \alpha_c = \text{inv } \alpha_d - \frac{\pi}{2z} + \frac{d_n}{D_d \cos \alpha_d}, \quad (21)$$

где α_c — угол давления на радиусе, проходящем через центр сечения проволоочки;

z — число зубьев колеса;

d_n — диаметр проволочек, применяемых для измерения размера M ;

D_d — диаметр делительной окружности.

Значения наименьших утонений зубьев $\Delta_m S$ и допуски на толщину зубьев δS подсчитаны в нормали

без учета влияния погрешностей наружного диаметра заготовки и его эксцентриситета:

$$\Delta_m S = 0,728 \Delta_m h,$$

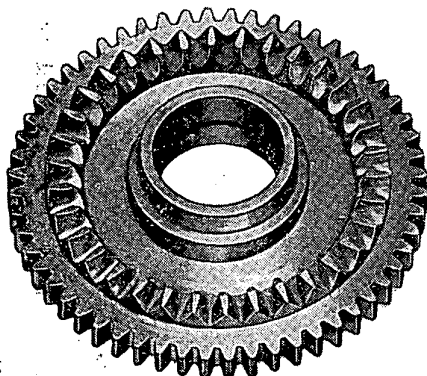
$$\delta S = 0,728 \delta h.$$

Такое упрощение системы контроля зубчатых колес по толщине зубьев значительно облегчает контроль в производственных условиях. Однако измере-

ние толщины зубьев по средней длине общей нормали и размеру по проволочкам затрудняет определение фактических боковых зазоров в точных передачах вследствие эксцентриситета сопрягаемых колес; то же самое имеет место при измерении толщины зубьев по постоянной хорде, ввиду значительного влияния погрешностей диаметра заготовки и эксцентриситета.

Расчет и изготовление плоских колес неэвольвентного зацепления

Х. И. ЛИБЕНСОН и А. З. ЛУКЬЯНЕНКОВ



Плоское неэвольвентное колесо.

В современном приборостроении широко применяются пространственные передачи. Одной из разновидностей их является ортогональная негипоидная передача, представляющая собой зацепление плоского колеса, имеющего на торцевой поверхности зубья особых очертаний, с обычным цилиндрическим прямозубым зубчатым колесом. Такие зацепления, называемые неэвольвентными и используемые в узлах повышенной точности, обладают по сравнению с зацеплениями в конических колесах следующими преимуществами:

а) время на изготовление колеса сокращается не менее чем втрое;

б) зуб нечувствителен к перекосам осей, вследствие чего значительно упрощается монтаж передачи и резко снижается трудоемкость сборки;

в) гибкость и универсальность зацеплений этого вида облегчают их конструирование для различных межосевых расстояний и углов.

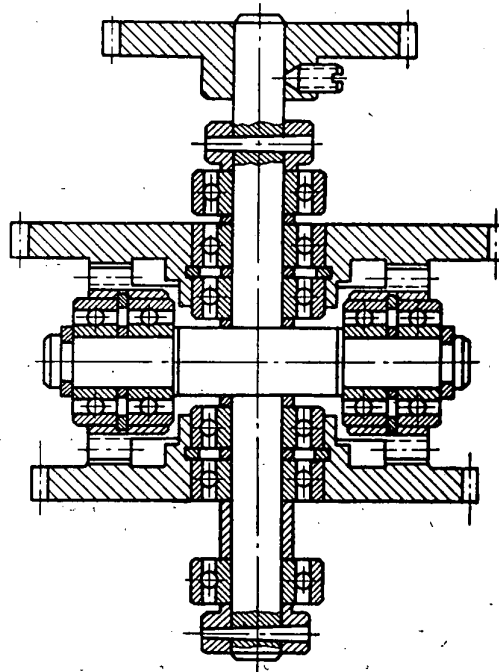
Так, например, на одном из заводов успешно эксплуатируется дифференциал для высокоточных вычислителей, собранный на неэвольвентных колесах (фиг. 1). Грузоподъемность таких передач меньше, чем обычных конических, однако они успешно применяются не только в приборостроении, но и в машиностроении.

2—АП № 5

Фирмой Феллоу четырнадцать обычных конических передач в кинематической цепи деления и подачи зубострогального станка заменены неэвольвентными.

Для расчета плоского неэвольвентного колеса необходимо определить:

- его габаритные размеры;
- зону точечного контакта (с учетом возможности регулирования зоны касания зубьев);



Фиг. 1. Дифференциал, собранный на неэвольвентных плоских колесах.

в) условия обеспечения контакта в данной передаче.

Исходными данными являются модуль m и количество зубьев: z_k — плоского колеса, z_o — зубчатого, z_d — долбяка.

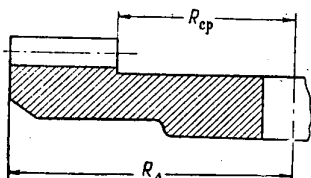
При выборе контактного сечения (от линейного до ярко выраженного точечного) руководствуются тем, что передача с линейным контактом может быть осуществлена при $z_d = z_c$, а с точечным контактом — при $z_d > z_c$. Кроме того, надо иметь в виду, что чем меньше разность $z_d - z_c$, тем короче зуб плоского колеса. Ограниченная длина зуба является существенным недостатком неэвольвентных колес и зависит от радиуса заострения R_d и радиуса среза R_{cp} (фиг. 2).

Вначале определяют угол зацепления α_d в том цилиндрическом сечении плоского колеса, где начинается заострение:

$$\frac{z_d - \cos \alpha_0}{z_d - 2\eta} \left[\frac{\pi}{2} \left(\frac{\alpha_d}{90^\circ} - \frac{1}{z_d} \right) + \text{inv } \alpha_0 \right] = \sin \alpha_d,$$

где α_0 — стандартный угол 20° ;

η — коэффициент высоты головки зуба (принимаемый равным единице).



Фиг. 2. Зуб неэвольвентного плоского колеса.

В таблице приведены данные для определения радиуса заострения.

Данные для определения радиуса заострения

z_d в град.	20	25	30	36	40	45
α_d	$35^\circ 33'$	$34^\circ 36'$	$33^\circ 49'$	$33^\circ 04'$	$32^\circ 37'$	$32^\circ 09'$
$\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_d}$	1,155	1,1415	1,1311	1,1212	1,1157	1,1098
Продолжение						
z_d в град.	50	60	68	76	80	
α_d	$31^\circ 44'$	$31^\circ 01'$	$30^\circ 33'$	$30^\circ 08'$	$29^\circ 56'$	
$\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha_d}$	1,1048	1,0965	1,091	1,0866	1,0844	

$$R_d = \frac{m z_k \cos \alpha_0}{2 \cos \alpha_d}$$

Радиус среза

$$R_{cp} = \frac{m z_k z_d \cos^2 \alpha_0}{2 (z_d - 2\eta)}$$

На фиг. 3 показан удлиненный зуб неэвольвентного плоского колеса.

Угол зацепления α_x в контактом сечении вычисляют по формуле

$$\cos \alpha_x = \frac{m z_k \cos \alpha_0}{2 R_x},$$

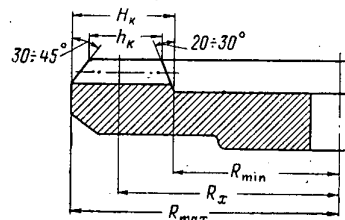
где R_x — радиус контактного сечения.

По углу зацепления ведут расчет параметров коррегированного зубчатого колеса.

Толщина зуба по делительной окружности

$$S = n \frac{m}{2} + \Delta_c$$

где Δ_c — приращение толщины зуба, равное $(z_d - z_c) (\text{inv } \alpha_0 - \text{inv } \alpha_x)$.



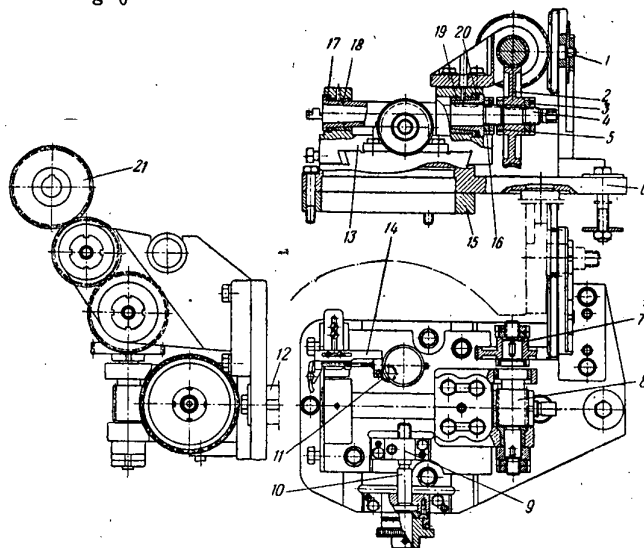
Фиг. 3. Удлиненный зуб неэвольвентного плоского колеса.

H_k — полная длина зуба; h_k — длина полезной контактной зоны; R_{min} и R_{max} — минимальный и максимальный радиусы; R_x — радиус контактного сечения.

Диаметр заготовки колеса

$$D = m (z_c + 2\eta + 2\xi),$$

где ξ — коэффициент профильного смещения, равный $\frac{\Delta_c}{2 \tan \alpha_0}$.



Фиг. 4. Приспособление для нарезания зубьев плоских неэвольвентных колес.

1 — торцовое колесо; 2, 8 — червячные пары; 3, 5, 9, 16 — гайки; 4 — шпindel; 6 — основание; 7 — зубчатое колесо; 10 — винт; 11, 12 — пальцы; 13 — корпус; 14 — устройство для установки заготовки; 15, 17 и 20 — кольца; 18, 19 — втулки; 21 — гитара.

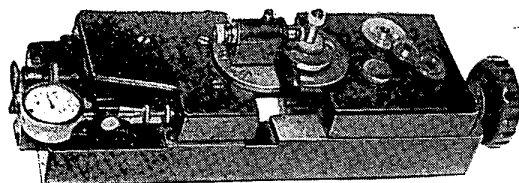
Плоское неэвольвентное колесо (см. фигуру в начале статьи) имеет радиально направленные зубья, расположенные на торцовой поверхности.

Зубья нарезают на приспособлении (фиг. 4), устанавливаемом на столе зубострогального станка; при

этом оси заготовки колеса и долбяка должны пересекаться и быть взаимно-перпендикулярными.

Приспособление позволяет нарезать колеса с большой точностью, а также изготавливать их с перекрещивающимися осями. Основание 6 приспособления центрируют непосредственно столом станка и фиксируют пальцем 12.

Для правильной установки колес — зубчатого 7 и торцового 1 — предусмотрено кольцо 15.



Фиг. 5. Приспособление для контроля плоских неэвольвентных колес.

Основание имеет направляющие, по которым может перемещаться корпус 13. В корпусе на двух опорах закреплен шпиндель 4, обеспечивающий возможность создания соответствующего зазора между ним и коническими втулками 18 и 19. Зазор выбирают с помощью гаек 16. Величина его определяется высотой колец 17 и 20.

Для достижения высокой точности нарезаемых колес передача вращения на шпиндель осуществляется червячной парой, которая является последним звеном кинематической цепи и сводит к минимуму суммарные погрешности при обкатке.

Правильности зацепления добиваются с помощью гаек 3 и 5.

Передаточное отношение до червячной пары 8 и 2 равно 1:1; передаточное отношение этой пары соответствует передаточному отношению червячной пары станка.

Заготовка под нарезание зубьев устанавливается на оправке, конец которой должен точно соответствовать втулке 18 шпинделя 4. Заготовки для колес с перекрещивающимися осями обрабатывают, перемещая корпус 13 от оси долбяка в направлении, перпендикулярном оси шпинделя 4.

Точность отсчета перемещения до 0,01 мм обеспечивается маточной гайкой 9, закрепленной на корпусе, и микрометрическим винтом 10.

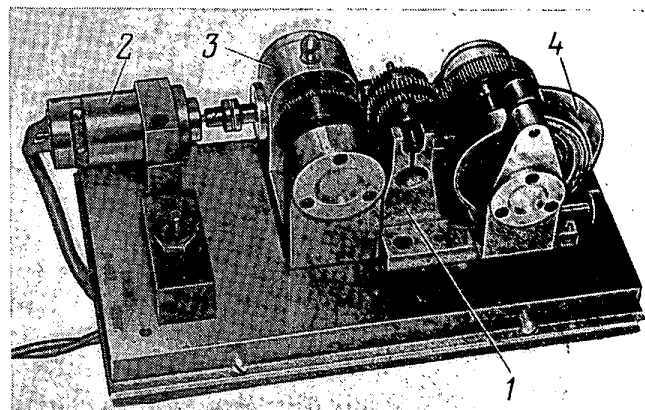
Приспособление считается выверенным, если оси шпинделя и долбяка пересекаются под углом 90°; нулевое положение фиксируют пальцем 11. Когда приспособление находится в действии, станочная червячная пара выключается, и заготовка получает вращение непосредственно от гитары 21.

Приспособление оборудовано устройством 14 для установки заготовки по поверхности, образующей вершины зубьев.

Настройка станка аналогична настройке при нарезании цилиндрических прямозубых колес с внешними зубьями.

Контроль (комплексный) плоского неэвольвентного колеса после нарезания зубьев осуществляют на специальном приспособлении (фиг. 5). Поверяемое колесо располагают на каретке, перемещающейся по направляющим станины. Неточности элементов колеса отмечают индикатором. Высоту зуба, а также отклонения по высоте проверяют на обычном приспособлении, иглой и индикатором.

Процесс сборки дифференциалов на неэвольвентных колесах более технологичен по сравнению со сборкой конических дифференциалов, так как неизбежные погрешности не сказываются заметным образом на правильности данного зацепления. Вероятность заедания также значительно уменьшается. Сцепленные колеса дифференциала прикатывают на приспособлении, показанном на фиг. 6. Прикатку ведут по часовой и против часовой стрелки, обеспечивая плавность сцепления.



Фиг. 6. Приспособление для прикатки сцепленных колес дифференциала.

1, 3 — стойки; 2 — электродвигатель; 4 — тормозной блок.

Вращение к одному из ведущих элементов дифференциала, установленного на стойке 1, передается от электродвигателя 2 через червячную пару, смонтированную в стойке 3. В конструкции приспособления предусмотрен тормозной блок 4, создающий тормозное усилие, соответствующее статическому моменту, согласно ТУ.

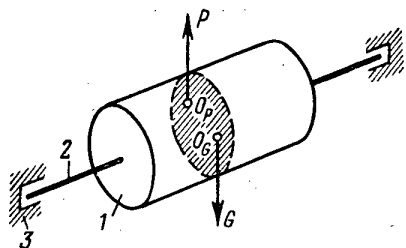
Уравновешивание поплавковых узлов приборов

Канд. техн. наук Г. А. СЛОМЯНСКИЙ

Теоретические расчеты и рекомендации по уравновешиванию и конструированию узлов

В поплавковых интегрирующих и дифференцирующих гироскопах, в некоторых датчиках дистанционных магнитных и гиромагнитных компасов и других приборах для разгрузки опор оси вращения чувствительного элемента от действия веса с целью уменьшения момента трения используется подъемная сила жидкости. В этом случае чувствительный элемент заключается (частично или полностью) в герметический кожух-поплавок, образуя с ним поплавковый узел, вместе со своими опорами полностью помещаемый в жидкость.

На такой узел, находящийся в жидкости, действуют две силы — вес и подъемная сила жидкости, направленные в противоположные стороны. Если



Фиг. 1. Поплавковый узел с полностью разгруженными опорами.

1—поплавковый узел; 2—ось вращения узла; 3—подшипники; G —вес узла; P —подъемная сила жидкости; O_G —центр тяжести; O_P —центр давления.

подъемная сила равна весу узла (т. е., если плавучесть узла станет равной нулю), а центры тяжести и давления находятся в одной плоскости, перпендикулярной к его оси вращения 2 (фиг. 1), то опоры будут полностью разгружены. Однако при несовпадении центра давления с центром тяжести поплавковый узел окажется неуравновешенным вокруг оси 2, так как силы P и G создадут пару сил, стремящуюся повернуть его вокруг этой оси в такое положение, при котором указанные центры будут находиться на вертикальной оси, называемой осью плавания.

Для уравновешивания узла относительно оси вращения и полной разгрузки его опор необходимо, чтобы плавучесть равнялась нулю, а центр давления совпадал с центром тяжести.

Достигнуть того, чтобы собранный узел оказался полностью уравновешенным непосредственно после сборки, практически невозможно, так как геометрические размеры и форма деталей, их взаиморасположение в узлах, а также удельные веса материалов, из которых они изготовлены, как правило, имеют

некоторые отклонения от номинала. Поэтому поплавковые узлы приборов следует снабжать конструктивными элементами, предназначенными для уравновешивания.

Величина подъемной силы, как известно, зависит от удельного веса жидкости и объема узла, в свою очередь зависящих от температуры. Функциями температуры являются также и координаты центров тяжести и давления. Поэтому узел, полностью уравновешенный в жидкости при какой-то определенной температуре, при другой температуре окажется снова неуравновешенным. Вследствие этого у прецизионных приборов, например поплавковых гироскопов, необходимая температура жидкости поддерживается с помощью автоматических регуляторов, допускающих лишь небольшие отклонения температуры от номинала. Соответственно с этим узлы таких приборов надо уравновешивать в рабочей жидкости и при рабочей температуре.

При конструировании узла следует стремиться к тому, чтобы массы и объемы всех его элементов были распределены симметрично относительно трех взаимно-перпендикулярных плоскостей — двух продольных и одной поперечной. Ось вращения узла должна совпадать с линией пересечения его продольных плоскостей симметрии. Выполнение этих условий значительно уменьшит возможную неуравновешенность, а следовательно, облегчит уравновешивание узла. Кроме того, весьма важно, чтобы материал деталей узла обеспечивал практическую симметрию температурных деформаций всех его элементов относительно трех плоскостей симметрии. Тогда колебания температуры, возможные при работе прибора, не будут вызывать существенных изменений координат центров тяжести и давления, т. е. нарушать уравновешенность поплавкового узла. Найдем условие, обеспечивающее отсутствие подобных изменений плавучести. Примем, что подъемная сила поплавкового узла в основном равна весу жидкости в объеме, вытесненном собственно поплавком. Тогда подъемная сила P_t при некоторой температуре, отличной на t от нормальной (20°C),

$$P_t = V_n (1 + \alpha_n t)^3 \frac{\gamma}{1 + \beta t},$$

где V_n и γ — объем поплавка и удельный вес жидкости при 20°C ;

α_n — коэффициент линейного расширения материала поплавка;

β — коэффициент объемного расширения жидкости.

Если

$$(1 + \alpha_n t)^3 = 1 + \beta t,$$

то подъемная сила не будет зависеть от температуры. Пренебрегая членами, содержащими α_n^2 и α_n^3 , получаем, что для практической независимости подъемной силы от температуры достаточно равенства $\alpha_n = \frac{\beta}{3}$. При соблюдении этого условия и симметричных температурных деформациях всех элементов узла относительно его трех плоскостей симметрии уравнивание можно вести при любой температуре и в любой жидкости, удельный вес которой равен удельному весу рабочей жидкости при рабочей температуре. Однако в настоящее время полностью выполнить указанные условия невозможно, поэтому в тех случаях, когда требуется особая точность, уравнивание нужно вести в рабочей жидкости и при рабочей температуре. Если последняя значительно отличается от комнатной, целесообразно уравнивание осуществлять в два приема: предварительное, при комнатной температуре, и окончательное — при рабочей.

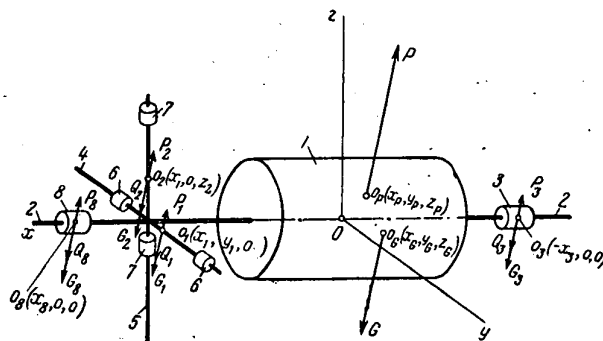
Для компенсации температурных изменений объема жидкости корпуса приборов снабжаются компенсационными камерами — сильфонами или мембранными коробками. Поскольку эти камеры упругие, то при повышении температуры давление жидкости будет также увеличиваться. Если поплавков окажется недостаточно жестким, то его деформации могут достигнуть такой величины, что уравнивание узла нарушится. Во избежание этого поплавок должен быть достаточно жестким, а упругая компенсационная камера — по возможности менее жесткой. Однако уменьшение жесткости имеет свои ограничения. Желательно стремиться к тому, чтобы давление жидкости при колебаниях температуры не изменялось. В принципе этого можно достигнуть, если подобрать жидкость и материалы корпуса и поплавка так, чтобы $\alpha_k = \alpha_n = \frac{\beta}{3}$ (α_k — коэффициент линейного расширения материала корпуса). Однако добиться этого в полной мере пока весьма затруднительно.

Так как цель полного уравнивания поплавкового узла — совмещение его центра тяжести с центром давления и приведение его плавучести к нулю, то в конструкции узла в принципе нужно предусмотреть три грузика, установленные на трех взаимно-перпендикулярных осях и имеющие возможность перемещаться вдоль этих осей, по обе стороны от центра тяжести узла. Один из грузиков должен быть сменным (что требуется для приведения плавучести узла к нулю), а одна из осей размещения грузиков — совпадать с осью вращения поплавкового узла или быть параллельной ей. Конструкция и размещение устройства для уравнивания могут быть различными, но всегда оно должно быть легко доступным и обеспечивать возможность плавного перемещения грузиков вдоль осей, надежность стопорения их в требуемых положениях, а также быструю замену сменного грузика.

Предположим, что узел работает в жидкости, удельный вес которой меньше возможного удельного веса металлических грузиков, и что последние изго-

товлены из изотропных материалов, не имеют герметических полостей и, следовательно, обладают отрицательной плавучестью. Рассмотрим, каким требованиям должен удовлетворять в этом случае поплавковый узел, чтобы его можно было полностью уравновесить, а также какими должны быть последовательность уравнивания и параметры соответствующего устройства.

Допустим, что одной из осей размещения грузиков является ось 2 вращения поплавкового узла, а две другие оформлены в виде двух взаимно-перпендикулярных и перпендикулярных к оси 2 усиков 4 и 5 (фиг. 2). На усиках 4 и 5 помещают по два грузика,



Фиг. 2. Поплавковый узел с уравнивающими грузиками.

1—поплавковый узел; 2—ось вращения узла; 3—передвижной грузик; 4, 5—взаимно-перпендикулярные усик; 6—грузики, перемещаемые по усикам 4; 7—грузики, перемещаемые по усикам 5; 8—грузик на оси 2.

одинаковых по размерам и весу. Пара таких грузиков эквивалентна грузику, который способен перемещаться вдоль усика по обе стороны от оси 2, т. е. по обе стороны от центра тяжести узла. Аналогично на оси 2 также следовало бы установить два грузика 3 и 8, по одному с каждой стороны поплавка. Эти два грузика тоже были бы эквивалентны грузику, могущему перемещаться по обе стороны от центра тяжести узла. Однако ставить на оси 2 два передвижных грузика не обязательно, хотя и весьма желательно (далее будет показано, что можно обойтись только одним грузиком, расположенным с любой стороны от поплавка). Поэтому примем, что на оси 2 есть только один передвижной грузик 3, перемещаемый вдоль оси вращения узла.

В дальнейшем поплавковым узлом будем называть совокупность собственно поплавкового узла и устройства для его уравнивания. При этом учтем, что у идеально изготовленного поплавкового узла при отсутствии грузиков, но при наличии усиков и всех других конструктивных элементов, необходимых для закрепления и передвижения грузиков, центры тяжести и давления должны находиться в одной точке O на оси 2. Свяжем с узлом прямоугольную систему координат $Oxyz$, начало которой находится в точке O . Ось x направим вдоль оси 2, а оси y и z расположим параллельно, соответственно усикам 4 и 5. Примем, что у каждого грузика центр давления совпадает с центром тяжести. Если при этом материал каждой пары грузиков 6 и 7 имеет один и тот же удельный

вес, то точки приложения равнодействующих G_1 , G_2 веса каждой пары грузиков будут совпадать с точками приложения равнодействующих P_1 , P_2 их подъемных сил. В одной точке будут приложены также вес G_3 и подъемная сила P_3 грузика 3. Поэтому в дальнейшем вместо того, чтобы учитывать веса и подъемные силы грузиков, можно рассматривать только их разности, являющиеся весами грузиков в жидкости. В соответствии с этим обозначим через Q_1 , Q_2 и Q_3 веса в жидкости грузиков 6, 7 и 3, приложенные соответственно в точках $O_1(x_1, y_1, 0)$, $O_2(x_1, 0, z_2)$ и $O_3(-x_3, 0, 0)$. Таким образом, на поплавковый узел, находящийся в жидкости, при отсутствии опор действует система параллельных сил, состоящая из веса G и подъемной силы жидкости P узла без грузиков, приложенных в общем случае в точках $O_G(x_G, y_G, z_G)$ и $O_P(x_P, y_P, z_P)$, а также из сил Q_1 , Q_2 , Q_3 .

Для полной разгрузки опор узла необходимо, во-первых, чтобы его плавучесть равнялась нулю, т. е.

$$P = G + Q_1 + Q_2 + Q_3, \quad (1)$$

и, во-вторых, чтобы координата x_0 центра параллельных сил G , Q_1 , Q_2 , Q_3 была равна координате x_P точки приложения силы P . Это требование при условии выполнения равенства (1) можно записать в виде

$$x_3 Q_3 = x_1 (Q_1 + Q_2) + x_G G - x_P P. \quad (2)$$

Условие уравниваемости узла относительно его оси вращения следующее: координаты y_0 и z_0 центра сил G , Q_1 , Q_2 , Q_3 должны быть соответственно равны координатам y_P и z_P точки приложения силы P . Эти требования представим в виде

$$y_1 Q_1 = y_P P - y_G G, \quad (3)$$

$$z_2 Q_2 = z_P P - z_G G. \quad (4)$$

Заметим, что в равенство (3) входят моменты, действующие на узел относительно оси x при горизонтальном положении этой оси и усика 6 (оси y). Данное соотношение выражает собой требование равенства нулю суммы этих моментов. Формула (4) включает моменты, действующие на узел относительно оси x при горизонтальном положении этой оси и усика 7 (оси z). Это выражение обуславливает равенство суммы моментов нулю.

Если уравнения (1), (2), (3) и (4) удовлетворены, то, следовательно, узел будет полностью уравновешен.

Грузики для уравнивания имеют отрицательную плавучесть. Отсюда ясно, что с их помощью можно удовлетворить равенство (1) только для тех узлов, которые при отсутствии грузиков обладают положительной плавучестью ($P > G$). Поэтому узел без грузиков должен иметь положительную плавучесть.

Приводить плавучесть узла к нулю наиболее рационально подбором грузика 3 (поэтому будем считать его сменным).

Соотношения (2), (3) и (4) нужно удовлетворять, изменяя параметр, от которого зависит только рассматриваемое равенство. Это исключит нарушение других равенств. Исходя из указанного условия,

формулу (2) рекомендуется удовлетворять, изменяя координату x_3 грузика 3. Для осуществления зависимости (3) надо изменять координаты y_1 , перемещая один или оба грузика 6. Для выполнения равенства (4) надо изменять координату z_2 , передвигая один или оба грузика 7.

Рассмотрим, какова должна быть последовательность уравнивания, т. е. последовательность удовлетворения выражений (1), (2), (3) и (4). Прежде всего нужно добиться выполнения равенства (1), т. е. привести плавучесть поплавок-ового узла к нулю. Если этого не сделать, а начать уравнивание с обеспечения условий какого-либо из уравнений (2), (3), (4), то потом, при приведении плавучести к нулю, уже достигнутые равенства будут снова нарушены.

Выполнение формул (2), (3) и (4) целесообразно начать с удовлетворения соотношения (2), т. е. с устранения дифферента оси 2 перемещением грузика 3. В этом случае центры тяжести и давления узла окажутся в одной плоскости, перпендикулярной оси 2, т. е. $x_G = x_P$. Далее остается выполнить равенства (3) и (4), т. е. уравновесить узел относительно оси 2, или, иначе говоря, совместить центр тяжести с центром давления. Последовательность удовлетворения формул (3) и (4) безразлична. Равенство (3) необходимо удовлетворять при горизонтальном положении усика 4, перемещая грузики 6, а уравнение (4) — при горизонтальном положении усика 5, передвигая грузики 7.

Параметры устройства для уравнивания и предельные значения силы P должны быть подобраны так, чтобы одновременно могли быть выполнены все четыре равенства, при любых возможных значениях сил G и P и координат точек их приложения.

Введем следующие обозначения: G_{\min} , G_{\max} , ΔG — предельные значения веса G и допуск на вес; P_{\min} , P_{\max} , ΔP — предельные значения подъемной силы P и допуск на подъемную силу; $Q_{3\min}$, $Q_{3\max}$ — предельные значения веса в жидкости сменного грузика 3; $\pm x_G^*$, $\pm y_G^*$, $\pm z_G^*$ — предельные значения координат x_G , y_G , z_G точки приложения веса G ; $\pm x_P^*$, $\pm y_P^*$, $\pm z_P^*$ — предельные значения координат x_P , y_P , z_P точки приложения силы P ; $\pm y_1^*$, $\pm z_2^*$, $x_{3\min}$, $x_{3\max}$ — предельные значения координат y_1 , z_2 , x_3 грузиков; x_{01} , $\pm \Delta x_1$ — номинальное значение и предельные отклонения координаты x_1 от номинала. В дальнейшем примем что, Δx_1 мало по сравнению с x_{01} , и в связи с этим $x_1 = x_{01}$.

Величины G_{\min} , G_{\max} , ΔP , x_G^* , y_G^* , z_G^* , x_P^* , y_P^* , z_P^* , y_1^* , z_2^* , x_{01} , $x_{3\min}$ считаем заданными. Значения x_{01} , $x_{3\min}$, y_1^* и z_2^* выбирают на основе конструктивных соображений. Следует иметь в виду, что чем больше возможный диапазон перемещения грузика, тем более легкий потребует грузик и тем проще и точнее можно будет осуществлять уравнивание.

Величины Q_1 , Q_2 , $Q_{3\min}$, $Q_{3\max}$, P_{\min} , P_{\max} , $x_{3\max}$ подлежат определению.

Правая часть формулы (3) представляет собой сумму моментов сил P и G относительно оси x при горизонтальном положении этой оси и усика 4. Предельные значения этой суммы $\pm(y_p^* P_{\max} + y_g^* G_{\max})$. Левая часть формулы (3) является уравновешивающим моментом, создаваемым грузиками 6 при горизонтальном положении оси x и усика 4. Предельные значения этого момента равны $\pm y_1^* Q_1$. Допустим, что левая и правая части данного равенства равны их предельным значениям. Тогда

$$Q_1 = \frac{1}{y_1^*} (y_p^* P_{\max} + y_g^* G_{\max}). \quad (5)$$

При данной величине Q_1 выражение (3) может быть удовлетворено при любых возможных значениях его правой части, если изменять координату y_1 за счет перемещения одного или обоих грузиков 6. Аналогичным образом, исходя из уравнения (4),

$$Q_2 = \frac{1}{z_2^*} (z_p^* P_{\max} + z_g^* G_{\max}). \quad (6)$$

Согласно равенству (1)

$$Q_{3\min} = P_{\min} - G_{\max} - Q_1 - Q_2. \quad (7)$$

$$Q_{3\max} = P_{\max} - G_{\min} - Q_1 - Q_2. \quad (8)$$

При этом

$$P_{\max} = P_{\min} + \Delta P. \quad (9)$$

С другой стороны, сила $Q_{3\min}$ должна быть такой, чтобы, будучи приложенной к плечу $x_{3\max}$, она создавала момент, равный максимально возможной (при $Q_3 = Q_{3\min}$) сумме моментов в правой части выражения (2); иными словами, нужно достигнуть удовлетворения равенства

$$x_{3\max} Q_{3\min} = x_{01} (Q_1 + Q_2) + x_g^* G_{\max} + x_p^* P_{\min}. \quad (10)$$

Сила $Q_{3\max}$, приложенная к плечу $x_{3\min}$, должна создавать момент, равный минимально возможной (при $Q_3 = Q_{3\max}$) сумме моментов, находящихся в правой части соотношения (2), т. е.

$$x_{3\min} Q_{3\max} = x_{01} (Q_1 + Q_2) - x_g^* G_{\min} - x_p^* P_{\max}. \quad (11)$$

Если условия (10) и (11) будут выполнены, то при любых возможных значениях правой части формулы (2) и силы Q_3 будет существовать значение x_3 , лежащее между $x_{3\min}$ и $x_{3\max}$, при котором будет выполнено равенство (2).

Итак, семь искомых величин $Q_1, Q_2, Q_{3\min}, Q_{3\max}, P_{\min}, P_{\max}, x_{3\max}$ должны быть связаны между собой и с уже известными величинами семью выражениями (5), (6), (7), (8), (9), (10), (11). Эти семь выражений и следует использовать для отыскания искомых величин. Прежде всего надо определить $Q_{3\min}$. Вычитая из равенства (7) выражение (8), с учетом равенства (9), получаем

$$Q_{3\min} = Q_{3\max} - \Delta Q - \Delta P. \quad (12)$$

Суммируя равенства (5) и (6), находим:

$$Q_1 + Q_2 = AP_{\max} + BG_{\max}, \quad (13)$$

где

$$A = \frac{y_p^*}{y_1^*} + \frac{z_p^*}{z_2^*}, \quad B = \frac{y_g^*}{y_1^*} + \frac{z_g^*}{z_2^*}. \quad (14)$$

Исключив с помощью уравнения (8) из выражения (13) P_{\max} , получаем

$$Q_1 + Q_2 = \frac{1}{1-A} [A(G_{\min} + Q_{3\max}) + BG_{\max}]. \quad (15)$$

Подставим в формулу (11) значение P_{\max} из уравнения (8) и выражение (15). Тогда

$$Q_{3\max} = \frac{G_{\min} \left[\frac{A}{1-A} (x_{01} - x_p^*) - (x_g^* + x_p^*) \right]}{x_{3\min} + x_p^* - \frac{A}{1-A} (x_{01} - x_p^*)} + \frac{G_{\max} \frac{B}{1-A} (x_{01} - x_p^*)}{x_{3\min} + x_p^* - \frac{A}{1-A} (x_{01} - x_p^*)}. \quad (16)$$

Все величины, входящие в правую часть формулы (16), известны и, следовательно, по этой формуле можно узнать значение $Q_{3\max}$. Однако определять $Q_{3\max}$ до того, как будет установлено $Q_{3\min}$, нецелесообразно, ибо $\Delta G, \Delta P$ и величины, входящие в формулу (16), могут оказаться такими, при которых $Q_{3\min}$ будет отрицательным. Это означает, что при выбранных значениях указанных величин выполнить равенства (1) и (2) можно только в том случае, если плавающее грузика 3 будет положительной, что, как отмечалось, исключается. Поэтому прежде всего следует определить $Q_{3\min}$. Подставив уравнение (16) в формулу (12), получим

$$Q_{3\min} = \frac{G_{\min} \left[\frac{A}{1-A} (x_{01} - x_p^*) - (x_g^* + x_p^*) \right]}{x_{3\min} + x_p^* - \frac{A}{1-A} (x_{01} - x_p^*)} + \frac{+ G_{\max} \frac{B}{1-A} (x_{01} - x_p^*)}{x_{3\min} + x_p^* - \frac{A}{1-A} (x_{01} - x_p^*)} - \Delta G - \Delta P. \quad (17)$$

Если $Q_{3\min}$, подсчитанное по этой формуле, окажется отрицательным, то необходимо изменить одну или несколько величин, входящих в данное выражение, таким образом, чтобы $Q_{3\min}$ стало положительным. Для этого x_{01} надо увеличивать, а $x_{3\min}, \Delta P, \Delta G$ — уменьшать, что выполняется либо подбором, либо путем задания значения $Q_{3\min}$ и определения варьируемой величины из выражения (17).

После того как будет подсчитано $Q_{3\min}$, т. е. окончательно выбраны значения величин, входящих в формулу (16), нужно подсчитать по этой формуле значение $Q_{3\max}$. Величину P_{\max} вычисляем

из уравнения, получаемого в результате подстановки выражения (15) в равенство (8),

$$P_{\max} = \frac{1}{1-A} (BG_{\max} + G_{\min} + Q_{3\max}). \quad (18)$$

Затем по формулам (5) и (6) определяем Q_1 и Q_2 . Далее, пользуясь выражением (9), находим P_{\min} .

$$P_{\min} = P_{\max} - \Delta P. \quad (19)$$

Полученное значение P_{\min} желательно проверить по уравнению (7).

Из выражения (10)

$$x_{3\max} = \frac{1}{Q_{3\min}} [(Q_1 + Q_2)x_{01} + G_{\max}x_G^* + P_{\min}x_p^*]. \quad (20)$$

Если $x_{3\max}$ окажется слишком большим, то рекомендуется пересчитать параметры с целью его уменьшения; этого достигают главным образом, увеличивая $Q_{3\min}$. Одним из способов уменьшения $x_{3\max}$ является также обеспечение того, чтобы в отношении x_G и x_p всегда удовлетворялись неравенства

$$-x_G^* \leq x_G \leq 0, \quad 0 \leq x_p \leq x_p^*, \quad (21)$$

т. е., чтобы поплавковый узел без грузиков имел дифферент на отрицательный конец оси x , или, иначе говоря, на сторону расположения грузика 3. Если в соответствии с неравенствами (21) предельные значения x_G и x_p равны $-x_G^*$, 0 и 0, x_p^* , то соотношение (10) принимает вид

$$Q_{3\min}x_{3\max} = (Q_1 + Q_2)x_{01}. \quad (22)$$

Вследствие этого определять $x_{3\max}$ нужно в этом случае не по формуле (20), а из выражения

$$x_{3\max} = \frac{(Q_1 + Q_2)x_{01}}{Q_{3\min}}. \quad (23)$$

Отметим, что для получения приемлемых в конструктивном отношении значений x_{01} , $x_{3\min}$, $x_{3\max}$ следует добиваться предельно возможного уменьшения величин ΔG , ΔP , x_G^* , y_G^* , z_G^* , x_p^* , y_p^* , z_p^* .

По найденным значениям Q_1 , Q_2 , $Q_{3\min}$, $Q_{3\max}$ следует определить объемы грузиков по формуле

$$V_i = \frac{Q_i}{\gamma_i - \gamma}, \quad (24)$$

где V_i , Q_i и γ_i — объем, вес в жидкости и удельный вес материала i -го грузика; γ — удельный вес рабочей жидкости.

При расчете объема грузиков 6 и 7 следует в качестве Q_i брать $\frac{Q_1}{2}$ и $\frac{Q_2}{2}$. Для подбора грузика 3 надо заготовить набор грузиков с объемами, начиная от $V_{3\min}$ и кончая $V_{3\max}$. Окончательно подбирать грузик 3 нужно, уменьшая вес (объем) наиболее подходящего грузика в наборе.

Рассмотренный вариант устройства для уравнивания не всегда может быть применен, так как иногда не представляется возможным иметь на оси 2 свободный участок для перемещения грузи-

ка 3. Более того, часто требования, предъявляемые в отношении компактности и жесткости узла, вообще не позволяют сделать грузик 3 передвижным. В этом случае приведение плавучести к нулю и устранение дифферента могут осуществляться с помощью двух сменных непередвижных грузиков 3 и 8, закрепляемых на оси 2 по обе стороны поплавок 1, в заранее определенных местах. Уравновешивать узел вокруг оси 2 по-прежнему необходимо посредством грузиков 6 и 7, перемещаемых по взаимно-перпендикулярным усикам 4 и 5.

Рассмотрим этот вариант устройства для уравнивания. Обозначим через Q_8 вес в жидкости грузика 8, приложенный в точке $O_8(x_8, 0, 0)$, а через $Q_{8\min}$ и $Q_{8\max}$ — его предельные значения ($Q_8 = G_8 - P_8$, где G_8 и P_8 — соответственно вес и подъемная сила грузика 8). Все остальные обозначения оставим прежними. Так как места крепления грузиков 3 и 8 неизменны, то $x_3 = \text{const}$ и $x_8 = \text{const}$.

Плавучесть узла будет равна нулю, если выполнено условие

$$P = G + Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_8. \quad (25)$$

Для отсутствия дифферента, когда выполнено равенство (25), необходимо, чтобы

$$x_3Q_3 - x_8Q_8 = x_{01}(Q_1 + Q_2) + x_GG - x_pP. \quad (26)$$

Как и раньше, примем, что плавучесть грузиков отрицательна, т. е. $Q_i > 0$. С помощью таких грузиков можно уравновесить только те узлы, которые без грузиков имеют положительную плавучесть.

Уравновешивание надо вести в следующей последовательности. Вначале подбором грузиков 3 и 8 привести плавучесть к нулю и устранить дифферент. Это можно осуществлять одновременно или раздельно. Затем грузиками 6 и 7 уравновесить узел вокруг его оси вращения. Для сокращения времени уравнивания целесообразно добиваться нулевой плавучести и отсутствия дифферента посредством накладных грузиков, навешиваемых на места закрепления грузиков 3 и 8. Накладные грузики и грузики 3 и 8 следует изготавливать из одного и того же материала. По достижении требуемого результата накладные грузики заменяют равными им по весу грузиками 3 и 8.

Выясним теперь, как надо выбирать параметры устройства для уравнивания и предельные значения силы P . Величины G_{\min} , G_{\max} , ΔP , $Q_{3\min}$, $Q_{8\min}$ ($Q_{8\min} = Q_{3\min}$), x_G^* , y_G^* , z_G^* , x_p^* , y_p^* , z_p^* , y_1^* , z_2^* , x_{01} , x_3 , x_8 ($x_8 \approx x_3$, $x_3 > x_{01}$, $x_8 > x_{01}$) считаем заданными. Величины Q_1 , Q_2 , $Q_{3\max}$, $Q_{8\max}$ ($Q_{8\max} = Q_{3\max}$), P_{\min} , P_{\max} подлежат определению.

Из выражений (25) и (26) видно, что если $G = G_{\max}$, $P = P_{\min}$, $x_G = -x_G^*$, $x_p = +x_p^*$, то $Q_3 = Q_{3\min}$. При этих значениях величин из равенств (25) и (26) после исключения Q_8 получим

$$(x_3 + x_8)Q_{3\min} = (x_8 - x_p^*)P_{\min} - (x_8 + x_G^*)G_{\max} - (x_8 - x_{01})(Q_1 + Q_2). \quad (27)$$

Величины Q_1 и Q_2 , как и раньше, вычисляют с помощью уравнений (5) и (6). Поэтому остается справедливым и выражение (13). Если подставить формулу (13) в уравнение (27), то с учетом выражения (9)

$$P_{\min} = \frac{G_{\max} [x_8 + x_G^* + B(x_8 - x_{01})]}{x_8 - x_p^* - A(x_8 - x_{01})} + \frac{\Delta PA(x_8 - x_{01}) + Q_{3\min}(x_3 + x_8)}{x_8 - x_p^* - A(x_8 - x_{01})} \quad (28)$$

Теперь определим $Q_{3\max}$. Из формул (25) и (26) видно, что $Q_3 = Q_{3\max}$, если $G = G_{\min}$, $P = P_{\max}$, $x_G = +x_G^*$, $x_p = -x_p^*$. Исключив в этом случае из выражений (25) и (26) Q_8 , получим

$$Q_{3\max} = \frac{(x_8 + x_p^*) P_{\max} - (x_8 - x_G^*) G_{\min}}{x_3 + x_8 - \frac{(x_8 - x_{01})(Q_1 + Q_2)}{x_3 + x_8}} \quad (29)$$

Искомые величины определяют в следующей последовательности. Вначале по соотношению (28) вычисляют P_{\min} , а по формуле (9) — P_{\max} . Далее с помощью уравнений (5) и (6) устанавливают значения Q_1 и Q_2 . Наконец, из выражения (29) находят $Q_{3\max}$. При принятых условиях $Q_{8\min} = Q_{3\min}$ и $Q_{8\max} = Q_{3\max}$. Объемы грузиков определяют по формуле (24). В тех случаях, когда грузики 3 и 8 можно сделать передвижными, расчет ведут так же, как и для неподвижных грузиков. В качестве x_3 и x_8 нужно брать их средние значения.

Если у поплавкового узла допускается небольшая отрицательная плавучесть, то можно ограничиться только грузиками 6 и 7. Однако теперь грузики 6, либо 7, или же все они должны быть сменными. В данном случае уравнивание узла заключается, во-первых, в устранении его дифферента и, во-вторых, в уравнивании его относительно оси вращения 2, т. е. относительно оси x . Вначале устраняют дифферент. Затем осуществляют уравнивание. Дифферент устраняют подбором сменных грузиков. Примем, что сменными являются грузики 6, которые должны иметь одинаковые веса в жидкости. Поэтому в процессе подбора их заменяют парой грузиков, имеющих одинаковые веса в жидкости.

Уравнивать узел относительно его оси вращения, как и в рассмотренных выше случаях, следует в двух положениях: при горизонтальном положении усика 4, перемещая один или оба грузика 6, и при горизонтальном положении усика 5, передвигая один или оба грузика 7.

Рассмотрим, каким образом в данном случае можно вычислить параметры устройства для уравнивания. При этом сохраним ранее введенную систему координат $Oxyz$, а также все принятые обозначения. Однако теперь целесообразно выбрать иное положение точки O на оси 2. Узел должен быть рассчитан так, чтобы при $G = G_{\min}$, $P = P_{\max}$, $Q_1 = Q_{1\min}$,

$Q_2 = Q_{2\min}$ его плавучесть и дифферент были равны нулю. Тогда во всех остальных случаях он будет иметь отрицательную плавучесть. Для равенства плавучести нулю необходимо, чтобы

$$P_{\max} = G_{\min} + Q_{1\min} + Q_{2\min} \quad (30)$$

Добиться равенства нулю также и дифферента можно, если P_{\max} и равнодействующая сил G_{\min} , $Q_{1\min}$, $Q_{2\min}$ будут находиться в одной плоскости, перпендикулярной оси 2. В рассматриваемом случае в точку пересечения оси 2 с этой плоскостью следует поместить начало системы координат $Oxyz$. Тогда расчетные (номинальные) значения координат x_p силы P и x_c центра сил G_{\min} , $Q_{1\min}$, $Q_{2\min}$ будут равны нулю. Составив выражение для x_c и приравняв его нулю, получаем расчетное (номинальное) значение координаты x_G силы G_{\min}

$$x_{oG} = -x_{01} \frac{Q_{1\min} + Q_{2\min}}{G_{\min}} \quad (31)$$

Для уравниваемости узла относительно его оси вращения должны быть выполнены равенства (3) и (4). Поэтому, если бы грузики 6 и 7 служили только для подобного уравнивания а следовательно, были бы несменными, то Q_1 и Q_2 определялись бы выражениями (5) и (6). Однако в рассматриваемом случае грузики 6 предназначены одновременно и для устранения дифферента. В результате может выявиться потребность в превышении величины Q_1 по сравнению со значением, вычисляемым по формуле (5). В соответствии с этим соотношение (5) дает лишь наименьшее значение Q_1 . Грузики 7, как условилось, являются несменными, в силу чего их вес в жидкости должен устанавливаться уравнением (6). Однако с учетом возможности устранения дифферента также и грузиками 7 значение Q_2 по формуле (6) надо принять в качестве $Q_{2\min}$. Таким образом,

$$\left. \begin{aligned} Q_{1\min} &= \frac{1}{y_1^*} (y_G^* G_{\max} + y_p^* P_{\max}); \\ Q_{2\min} &= \frac{1}{z_2^*} (z_G^* G_{\max} + z_p^* P_{\max}). \end{aligned} \right\} \quad (32)$$

С помощью описанного устройства можно устранять только дифферент на сторону, противоположную стороне расположения грузиков. Поэтому предельные значения координат x_G и x_p должны быть такими, чтобы узел мог иметь только отрицательный дифферент, т. е. дифферент на отрицательный конец оси x . В соответствии с этим предельные значения x_p должны быть равны некоторой величине $x_p^* > 0$, а предельные значения x_G — равняться x_{oG} , определяемому равенством (31), и некоторому $x_G^* < 0$, причем абсолютная величина x_G^* должна быть больше абсолютной величины x_{oG} , т. е. $|x_G^*| > |x_{oG}|$.

Если узел будет иметь дифферент на отрицательный конец оси x , то для устранения дифферента нужно увеличить Q_1 по сравнению с $Q_{1\min}$ настолько, чтобы координата x_c центра параллель-

ных сил G , Q_1 , $Q_{2\min}$ стала равной координате x_p силы P . Исходя из этого условия и принимая $G = G_{\max}$ ($x_p = x_p^*$, $x_G = -x_G^*$), получаем максимальное возможное значение Q_1 :

$$Q_{1\max} = \frac{(x_p^* + x_G^*) G_{\max}}{x_{01} - x_p^*} - Q_{2\min}. \quad (33)$$

Максимально возможный вес поплавкового узла в жидкости

$$Q_{\max} = G_{\max} + Q_{1\max} + Q_{2\max} - P_{\min}.$$

Подставим сюда выражение (33). Тогда

$$Q_{\max} = G_{\max} \left(1 + \frac{x_p^* + x_G^*}{x_{01} - x_p^*} \right) - P_{\min}. \quad (34)$$

Рассмотрим, как использовать соотношения (30), (31), (32), (33), (34) для установления основных параметров узла. Величины G_{\min} , G_{\max} , P_{\min} , Q_{\max} , y_G^* , z_G^* , x_p^* , y_p^* , z_p^* , x_{01} , y_1^* , z_1^* считаем заданными. Величины P_{\max} , $Q_{1\min}$, $Q_{2\min}$, $Q_{1\max}$, x_{0G} , x_G^* подлежат определению. Подставив выражение (32) в формулу (30), находим, что

$$P_{\max} = \frac{G_{\min} + BG_{\max}}{1 - A}, \quad (35)$$

где A и B по-прежнему определяются равенствами (14).

Далее по формулам (32) вычисляем $Q_{1\min}$ и $Q_{2\min}$, а по формуле (31) — x_{0G} . Согласно выражению (34)

$$x_G^* = (x_{01} - x_p^*) \left(\frac{P_{\min} + Q_{\max}}{G_{\max}} - 1 \right) - x_p^*. \quad (36)$$

Если значение x_G^* , подсчитанное по последней формуле, окажется отрицательным, но по абсолютной величине меньшим, чем $|x_{0G}|$, или положительным, то следует изменить значения заданных величин и произвести перерасчет параметров с тем, чтобы x_G^* было отрицательно, а по абсо-

лютной величине — большим $|x_{0G}|$. Затем нужно вычислить $Q_{1\max}$ по формуле (33).

По найденным значениям $Q_{1\min}$, $Q_{1\max}$, $Q_{2\min}$ необходимо, пользуясь выражением (24), определить объемы грузиков 6 и 7. В качестве грузиков 6 рекомендуется заготовить набор парных грузиков с объемами $V_{1\min} + V_{1\max}$.

Иногда целесообразно некоторые из величин, подлежащих определению, считать заданными, а вместо них рассчитывать соответствующее количество других величин, ранее считавшихся заданными. Однако во всех случаях обязательно одновременное удовлетворение равенств (30), (31), (32) и (34).

Выводы

1. При конструировании поплавкового узла следует стремиться к тому, чтобы массы и объемы всех его элементов были распределены симметрично относительно трех взаимно-перпендикулярных плоскостей. Ось вращения узла должна совпадать с линией пересечения продольных плоскостей симметрии. Температурные деформации всех элементов узла должны быть практически симметричны относительно плоскостей симметрии.

2. Узел нужно снабжать устройством для уравнивания, т. е. для приведения плавучести к нулю и совмещения центра тяжести узла с центром давления. Принципиальная схема и конструкция этого устройства могут быть различными, однако его параметры всегда должны быть увязаны с параметрами самого узла, для чего желательно пользоваться соотношениями, приведенными выше.

3. При уравнивании узла вначале надо добиться нулевой плавучести, затем (или одновременно) устранить дифферент, а потом произвести уравнивание вокруг оси вращения узла. Окончательное уравнивание необходимо выполнять в рабочей жидкости и при рабочей температуре.

Требования к точности шага намотки точных проволочных потенциометров

Канд. техн. наук А. Т. БЕЛЕВЦЕВ и А. В. ЧЕРНЫШЕВ

Рекомендации для конструкторов потенциометров

В процессе изготовления потенциометров обычно возникают погрешности, искажающие заданные параметры, в основном — линейность.

Существенное значение имеют погрешности, появляющиеся в процессе намотки. Их можно разделить на две группы:

а) погрешности, связанные с неравномерным вытягиванием провода;

б) погрешности, вызываемые неравномерностью шага намотки.

Уменьшения погрешностей второй группы достигают применением намоточных станков, обеспечивающих достаточную точность шага намотки, а также использованием корректирующих устройств или следящих систем с обратной связью. Проектирование таких станков требует тщательного анализа влияния

изменения шага намотки на заданную характеристику потенциометра. Этот вопрос и рассматривается в данной статье.

Возьмем расчетную характеристику линейности потенциометра (фиг. 1, а, линия Oa). Уравнение ее будет:

$$R_x = K_0 \varphi \text{ или } R_x = K_0 l, \quad (1)$$

где R_x — сопротивление потенциометра в данный момент в ом;

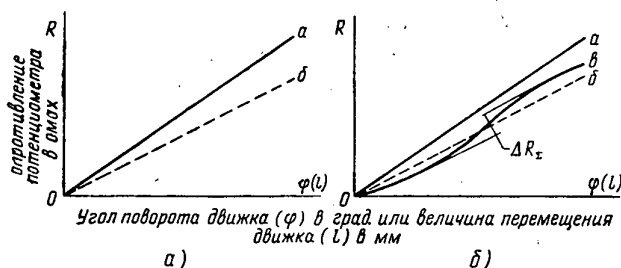
K_0 — угловой коэффициент (тангенс угла наклона характеристики);

φ — угол поворота движка в град.

l — величина перемещения движка в мм.

В результате погрешности коэффициента K_0 изменяется угол наклона характеристики потенциометра, что приводит к изменению его общего сопротивления. Такая погрешность появляется только вследствие намотки с шагом, характеризующимся погрешностью по всей длине намотки (см. фиг. 1, а, прямая Ob). Это в свою очередь обусловлено неточностью настройки намоточного станка на заданное значение шага.

Погрешности линейности определяются отклонениями фактической характеристики от расчетной. На фиг. 1, б показаны характеристики — расчетная (линия Oa) и усредненная, построенная по экспериментальным данным (линия Ob); линия $Oв$ — действительная характеристика.



Фиг. 1. Характеристики линейности потенциометра.

а — расчетная; б — типовая, полученная на основе измерений.

Если погрешность линейности отсчитывать не от линии Ob , а от линии Oa , то тогда к действительной погрешности прибавится погрешность углового коэффициента, влияющая на погрешность общего сопротивления, что обусловит более грубую оценку линейности потенциометра.

Погрешность линейности ΔR выражается формулой

$$\Delta R = K_0 \varphi - f(\varphi), \quad (2)$$

где $K_0 \varphi$ — уравнение усредненной прямой;

$f(\varphi)$ — фактическая характеристика.

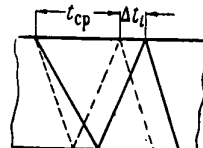
Одной из основных причин, вызывающих погрешность линейности, является переменная составляющая погрешности шага в процессе намотки. Если в качестве датчика линейной функции используется реохорд, то его сопротивление зависит от величины перемещения движка; в данном случае можно счи-

тать, что каждому, сколь угодно малому перемещению движка соответствует такое же приращение сопротивления, т. е.

$$R_x = f(\varphi) \text{ и } R_x = f(l_1)$$

где l_1 — длина провода в мм.

Если датчиком служит обычный проволочный потенциометр, характеризующийся значительной длиной витка, то в этом случае величина включаемого в каждый момент времени сопротивления датчика зависит не только от перемещения его движка, но и от шага намотки. Это объясняется тем, что при непрерывном перемещении движка сопротивление изменяется скачкообразно, от витка к витку. Характеристика будет определяться теперь не длиной провода, а количеством витков обмотки, приходящихся на единицу длины потенциометра. В этом случае (фиг. 2),



Фиг. 2. Погрешность шага намотки потенциометра.

--- расчетный шаг;
— фактический шаг.

$$\Delta R = \frac{\Delta l_1 R_b}{t_{cp} R_0} \cdot 100 [\%], \quad (3)$$

где Δl_1 — погрешность по шагу в мм;

t_{cp} — средний шаг намотки в мм;

R_b — сопротивление одного витка в ом;

R_0 — общее сопротивление потенциометра в ом.

В свою очередь

$$t_{cp} = \frac{L_\phi}{W_\phi},$$

где L_ϕ — фактическая длина обмотки в мм;

W_ϕ — действительное число витков.

Использование в формуле (3) средних значений шага позволяет избежать влияния систематической погрешности ϵ по шагу, определяемой по формуле

$$\epsilon = t_p - t_{cp},$$

где t_p — расчетный шаг в мм. Колебания величины ϵ обуславливают лишь изменения общего сопротивления, но не влияют на погрешность линейности потенциометра. Поскольку практически значение ϵ редко бывает большим, для упрощения вычисления погрешности линейности можно вместо t_{cp} брать t_p . Тогда

$$\Delta R = \frac{\Delta l_1 R_b}{t_p R_0} \cdot 100 [\%]. \quad (3, a)$$

Пример: $t_p = 0,251$ мм; $t_l = 0,009$ мм; $R_0 = 9923$ ом; $R_b = 36$ ом

$$\Delta R = \frac{0,009 \cdot 36 \cdot 100}{0,251 \cdot 9923} = 0,013 \%$$

Для того чтобы установить влияние накопленной погрешности по шагу ΔR_x на линейность характеристики, необходимо алгебраически сложить все погрешности шагов и эту сумму Δt_x подставить в формулу (3, а). В результате

$$\Delta R_x = \frac{\Delta t_x R_b}{R_p R_0} \cdot 100 [\%], \quad (3, б)$$

где $\Delta t_x = \sum \Delta t_i$.

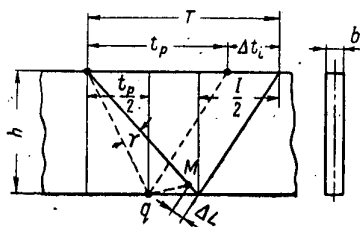
Пример: $\Delta t_{\Sigma} = 0,123 \text{ мм}$; $t_p = 0,251 \text{ мм}$; $R_s = 36 \text{ ом}$; $R_0 = 9923 \text{ ом}$

$$\Delta R_{\Sigma} = \frac{0,123 \cdot 36 \cdot 100}{0,251 \cdot 9923} = 0,17 \%$$

Согласно формуле (3,6) допустимая накопленная погрешность по шагу

$$\Delta t_{\Sigma \text{ доп}} = \frac{\Delta R t_p R_0}{R_s \cdot 100} \text{ мм.} \quad (4)$$

Накопленная погрешность линейности характеристики точных потенциометров составляет 0,05%. Примем, что на долю накопленной погрешности по



Фиг. 3. Зависимость линейности потенциометра от погрешности шага намотки и длины витка.

--- расчетный шаг; — фактический шаг.

шагу приходится половина суммарной. В этом случае

$$\Delta t_{\Sigma \text{ доп}} = \frac{0,025 \cdot 0,251 \cdot 9923}{36 \cdot 100} = 0,018 \text{ мм} = 18 \text{ мк.}$$

Рассмотрим теперь, как влияет на погрешность линейности изменение Δl_2 длины l_2 витка, вызванное наличием погрешности по шагу:

$$\Delta R = f[\Delta l_2 f(\Delta t_i)].$$

Найдем зависимость

$$\Delta R = f(\Delta l_2).$$

Известно, что величина относительной ошибки омического сопротивления провода

$$\frac{\Delta R}{R} \leq \left[\left(\frac{\Delta \rho}{\rho} \right) + \left(\frac{\Delta l_2}{l_2} \right) + 2 \left(\frac{\Delta d}{d} \right) \right], \quad (5)$$

где R — сопротивление провода в ом;

ρ — удельное сопротивление провода в ом/мм² · м;

$\Delta \rho$ — изменение удельного сопротивления в ом/мм² · м;

d — диаметр провода в мм;

Δd — изменение диаметра провода в мм.

Установим зависимость между Δl_2 и Δt_i .

На фиг. 3 показана зависимость линейности потенциометра от погрешности шага намотки и длины витка: погрешность длины витка (в мм)

$$\Delta l_2 = \sqrt{h^2 + \left(\frac{T}{2} \right)^2} - \sqrt{h^2 + \left(\frac{t_p}{2} \right)^2}, \quad (6)$$

где h — высота каркаса потенциометра в мм;

T — истинный шаг, равный $(t_p + \Delta t_i)$, в мм.

При выводе формулы (6), ввиду малости угла γ (см. фиг. 3), было принято, что дуга qM равна прямой. Кроме того, не учитывались перекосы витка на ребре каркаса, так как у большинства потенциометров толщина каркаса b значительно меньше высоты h . Поскольку виток состоит из двух проводов, погрешность его длины $\Delta l_{2 \text{ ист}}$ нужно удвоить:

$$\Delta l_{2 \text{ ист}} = 2 \Delta l_2.$$

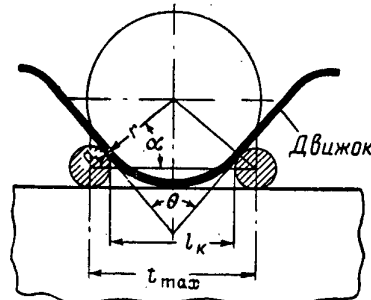
Расчетная длина витка (в мм)

$$L_p = 2 \left[\sqrt{h^2 + \left(\frac{t_p}{2} \right)^2} + b \right]. \quad (7)$$

Принимая в равенстве (5) $\Delta \rho$ и $\Delta d = \text{const}$, можно вывести уравнение для определения относительной погрешности δ сопротивления, вызванной погрешностью двух соседних шагов:

$$\delta = \frac{\Delta l_{2 \text{ ист}}}{l_{2 \text{ ист}}} \cdot 100 = \frac{\left[\sqrt{h^2 + \left(\frac{t_p + \Delta t_i}{2} \right)^2} - \sqrt{h^2 + \left(\frac{t_p}{2} \right)^2} \right] \cdot 100}{\left[\sqrt{h^2 + \left(\frac{t_p}{2} \right)^2} + b \right]} \%. \quad (8)$$

Пример: $\Delta t_i = 0,009 \text{ мм}$; $t_p = 0,251 \text{ мм}$; $h = 10 \text{ мм}$; $b = 2 \text{ мм}$. По формуле (8) относительная погрешность сопротивления будет равна 0,0005%; при Δt_i , равном 0,251 мм (т. е. когда погрешность равна шагу), величина δ составит 0,02%. Из примера видно, что



Фиг. 4. Определение длины контактирования движка потенциометра.

при изменении погрешности по шагу в 28 раз $\left(\frac{0,251}{0,009} \right)$ относительная погрешность сопротивления изменилась только в четыре раза $\left(\frac{0,02}{0,005} \right)$.

Погрешности шага намотки могут привести к тому, что движок потенциометра будет закорачивать различное число витков; это обусловит резкое увеличение погрешности линейности потенциометра. Количество закороченных витков зависит от длины линии контактирования l_k движка потенциометра. Очевидно, что она может быть определена (фиг. 4) по формуле

$$l_k = r \theta, \quad (9)$$

где r — радиус движка в мм;

θ — угол, обычно равный $2/3\pi$.

Пример. Подставив значения r в уравнение (9), получим следующие значения l_k в мм: 0,628 при $r=0,3$; 0,419 при $r=0,2$; 0,281 при $r=0,1$. Для того чтобы движок не закорачивал лишние витки, необходимо обеспечить неравенство

$$\left[\frac{l_k}{t_p} - \frac{l_k}{(t_p + \Delta t_i)} \right] < 1. \quad (10)$$

Отсюда

$$\Delta t_i \leq \frac{t_p^2}{l_k - t_p}. \quad (11)$$

Выражение (11) даст удовлетворительные результаты при $\frac{l_k}{t_p} > 2$.

Пример: $r=0,1$ мм; $l_k=0,281$ мм; $t_p=0,04$ мм; $\frac{l_k}{t_p}=7$. При этом $\Delta t_i = \left[\frac{0,04^2}{0,281 - 0,04} \right] \approx 0,006$ мм = 6 мк. Таким образом, при допустимой погрешности шага, например 10 мк, можно допустить закорачивание движком семи-восьми витков. Следовательно, если $R_b=36$ ом и $R_0=9923$ ом, то $\Delta R = \frac{36}{9923} \cdot 100 = 0,36\%$. В то же время без учета

$$\Delta R = \frac{0,1 \cdot 36 \cdot 100}{0,04 \cdot 9923} = 0,09\%.$$

Значительные погрешности по шагу намотки, помимо указанных выше погрешностей, могут привести к разрыву электрической цепи потенциометра, когда

движок, пройдя один виток, не доходит до следующего. Поэтому целесообразно выяснить максимально возможную величину шага обмотки t_{\max} (см. фиг. 4):

$$t_{\max} = (t_p + \Delta t_i) < 2[(r+a) \cos \alpha], \quad (12)$$

где α — угол между радиусом движка и линией центров витков;

a — радиус витка в мм;

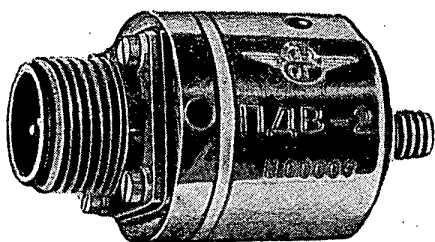
$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \left(\frac{r-a}{r+a} \right)^2}.$$

Выводы

1. Важным фактором, влияющим на линейность потенциометра, является накопленная погрешность по шагу, могущая привести к закорачиванию движком потенциометра различного количества витков.
2. Рекомендуется обеспечивать оптимальную длину линии контактирования и определять величину максимального шага намотки во избежание нарушения электрической цепи потенциометра.
3. Изменение длины витка, вызванное неравномерностью шага намотки, на линейность влияет незначительно.
4. Конструкция новых образцов намоточных станков иногда не позволяет применить следящее устройство для достижения требуемой линейности. В этом случае звенья, особенно выходные, должны иметь точность не ниже первого класса (целесообразна индивидуальная доводка и притирка).

Предельные датчики вибрации

И. Р. МАНДЕЛЬБЕРГ и К. Н. ТАИЩЕВА



Датчик ПДВ-2.

Аппаратура для измерения виброускорения, обычно представляющая собой индукционные, пьезоэлектрические или тензометрические датчики с преобразователями, отличается сложностью и в большинстве случаев — громоздкостью. Менее сложные оптические методы, например измерение двойной амплитуды вибрации лупой с делениями, позволяют определить виброускорение по формуле

$$a_m = \omega^2 S_m,$$

где a_m — амплитуда виброускорения;

ω — угловая частота;

S_m — амплитуда смещения.

Фактически же на частотах выше 100 гц, вследствие несинусоидальности вибрации, расчет ускорения по этой формуле дает результат, как правило, заниженный на десятки процентов.

До настоящего времени имели место попытки сконструировать портативные приборы для измерения виброускорения, однако эти приборы были недостаточно простыми и совершенными.

Вместе с тем часто бывает достаточно установить, не превышает ли при данной вибрации некоторое определенное значение виброускорения, или же контролировать работу вибростенда при заданном виброускорении.

С этой целью авторами разработан простой по устройству и достаточно надежный предельный датчик вибрации ПДВ-2 (см. фигуру в начале статьи), устраняющий необходимость в преобразовательной и усилительной аппаратуре при его эксплуатации.

Схема датчика приведена на фиг. 1.

В корпусе 1 имеется сейсмическая масса 2, контакт 4 которой посредством пружины 3 прижимается к изолированному контакту 5, жестко связанному с корпусом. Масса может передвигаться только вдоль оси, по направлению к пружине 3. Внешняя электрическая цепь датчика состоит из гальванометра 6, реостата 7 и элемента 8.

Когда вибрация отсутствует, контакты 4 и 5 соединены, и через гальванометр протекает ток. Если объект 9 начинает вибрировать (направление вибрации указано стрелками), то на массу 2, кроме усилия пружины 3 и силы тяжести, действует также сила инерции, причем вначале

$$ma_m < F - mg, \quad (1)$$

где m — масса;
 a_m — амплитуда виброускорения;
 F — сила натяга пружины;
 g — ускорение силы тяжести.

В этом случае соединение контактов 4 и 5 не нарушается. Если затем виброускорение увеличивается, то наступает момент, когда

$$ma'_m = F - mg, \quad (2)$$

где a'_m — предельное виброускорение, при котором датчик начинает функционировать.

Как видно из этого выражения, дальнейшее повышение виброускорения приведет к периодическим разрывам контакта с частотой, равной частоте вибрации, так как усилия, развиваемого пружиной, будет недостаточно для сохранения контакта; в результате показание гальванометра уменьшится (фиг. 2).

В связи с относительно быстрым падением тока I при $a_m > a'_m$ (приблизительно 7% изменения тока на 1% изменения виброускорения от a'_m) датчик чувствителен к небольшим (порядка 1%) отклонениям виброускорения.

Если наклон кривой $I=f(a_m)$ при $a_m > a'_m$ известен, то можно объективно оценивать превышение a_m над a'_m . На повышенных частотах эта кривая при $a_m > a'_m$ характеризуется резким спадом (область А), что обусловлено возникновением интенсивных ударных колебаний сейсмической массы; при этом время замыкания контактов 4 и 5 (см. фиг. 1) за период колебания очень мало, и среднее значение тока почти равно нулю. Колебания можно прекратить, снизив амплитуду виброускорения в два-три раза. Поэтому кривая $I=f(a_m)$ имеет на этих частотах петлеобразный характер.

Как видно из выражения (2), датчик фиксирует фактическую пиковую величину виброускорения, действующего в направлении, при котором силы инерции сейсмической массы стремятся преодолеть усилие пружины, независимо от частоты и формы кривой вибрации, а также амплитуды смещения. Это свойство датчика является весьма ценным.

Для контроля виброускорения также и в верхней точке смещения необходимо дополнительно установить перевернутый датчик ПДВ, для которого выражение (2) примет вид

$$ma'_m = F + mg. \quad (3)$$

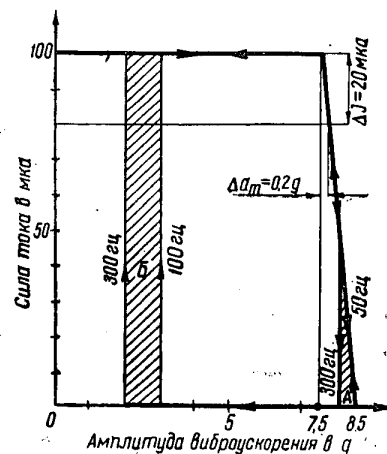
Оба датчика целесообразно соединить последовательно, так как при этом гальванометр будет отмечать превышение заданного виброускорения одновременно в верхней и нижней точках смещения.

В случае применения датчика для измерения виброускорения в горизонтальной плоскости следует пользоваться равенством

$$ma'_m = F. \quad (4)$$

В качестве пружины 3 (см. фиг. 1) могут служить как цилиндрические, спиральные и плоские пружины, так и мембраны различных профилей. В последнем случае свобода движения массы 2 только в одном направлении может быть обеспечена самой мембраной.

Настройка датчика с одного предела измерения на другой несложна и при наличии соответствующего набора пружин занимает не более 15 мин.



Фиг. 2. Зависимость среднего значения тока, протекающего через гальванометр, от амплитуды виброускорения.

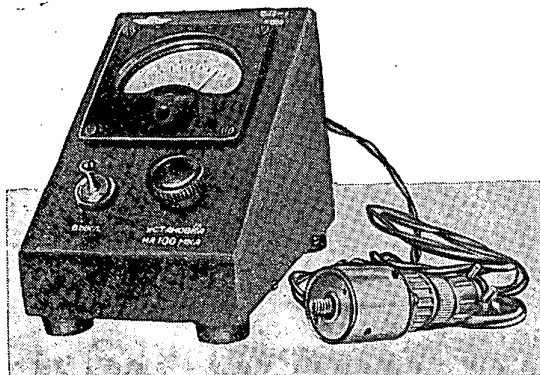
А — область дисперсии; Б — область возврата.

На фиг. 3 показан датчик ПДВ-2 с индикатором вибрации ВП-1, также сконструированным авторами.

Схема индикатора ясна из фиг. 1. Роль гальванометра 6 выполняет микроамперметр со шкалой на 100 мка, защищенный последовательно включенным сопротивлением 10⁴ ом (на фиг. 1 не показано).

Источник тока (элемент на 1,5 в) вмонтирован в индикатор.

В связи с незначительной величиной потребляемого тока индикатор может работать без смены элемента 8—12 месяцев. Его габаритные размеры — $98 \times 142 \times 120$ мм.



Фиг. 3. Датчик ПДВ-2 с индикатором вибрации ВП-1.

При отсутствии вибрации, когда контакты 4 и 5 замкнуты, посредством реостата 7 устанавливают стрелку микроамперметра на 100 мка.

Настройку или контроль работы вибростенда обычно ведут при падении показания микроамперметра до 95—80 мка.

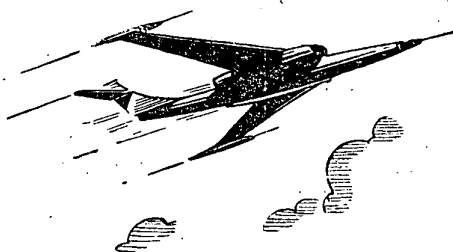
Датчики ПДВ-2 можно проверять на вибростендах, создающих синусоидальную вибрацию частотой, например, 50 гц; контроль виброускорения осущест-

вляется с помощью лупы к прессу Бринелля или аналогичного оптического инструмента. Датчики могут проверяться также и на центробежных стендах.

Было изготовлено 18 датчиков ПДВ-2, из которых два настроены на $a'_m = 15$ g, восемь на $a'_m = 10$ g, три на $a'_m = 8$ g, три на $a'_m = 5$ g и два на $a'_m = 3,5$ g. Длительной производственной эксплуатации подвергались главным образом датчики с $a'_m = 10$ g. Остальные использовались для экспериментальных целей. Установлено, что надежность датчика не изменяется при переходе с одного значения a'_m на другое.

Указанную партию датчиков испытывали и регулировали на электродинамическом вибростенде (на частоте 50 гц), сконструированном авторами. Сравнение датчиков ПДВ-2 и виброакселерометра с индукционными датчиками на вибростендах «Лист» и «Аскания», работающих в диапазонах 20÷80; 70÷300 и 20÷600 гц, дало следующие результаты: при частотах до 150 гц показания совпадали, при дальнейшем увеличении частоты виброакселерометр показывал виброускорение, меньшее на 10—20%, что объясняется его пониженной чувствительностью к гармоникам частотой выше 300 гц; это было подтверждено статистическими исследованиями.

На основании опыта годичной эксплуатации датчиков ПДВ-2 в производственных условиях установлено, что их показания остаются стабильными в течение 500 час. работы, после чего нужно отполировать контакты. Дополнительная регулировка, как правило, не требуется.



ТЕХНОЛОГИЯ

Важнейшие проблемы технологии авиаприборостроения

Канд. техн. наук Б. В. ГРИГОРЬЕВ

Авиационное приборостроение, в связи с быстрым ростом авиационной и ракетной техники, вступило в новый этап своего развития.

Если 10—12 лет назад приборостроительные заводы выпускали визуальные приборы механического, пневматического и гидравлического действия и лишь в незначительной мере — приборы электро-механические, то затем они перешли на широкое производство дистанционных приборов и систем датчиков: центральных гироскопов, центральных курсовых систем и т. п. Однако и эти изделия уже не характеризуют полностью авиационное приборостроение.

В настоящее время созданы сложнейшие системы автоматического регулирования режимов и контроля работы агрегатов, а также летательных аппаратов различного назначения. Используются последние достижения науки и техники в области электроники; автоматические системы представляют собой комплекс аппаратуры по автоматике, радиолокации, радиотелевидению и различных датчиков: упругих, магнитных и электрических.

Возникают более высокие требования по применению в приборах новых металлов, сплавов и неметаллических материалов, а также обеспечению весьма высоких точностей изготовления отдельных деталей и узлов. В ряде ОКБ работают над гироскопическими системами с поплавковыми гироскопами, чистота обработки деталей которых достигает 12—13 классов, взаимоположение поверхностей выдерживается с точностью 0,001 мм, момент трения в опорах — с точностью 0,01 мгсм, а уравновешенность — с точностью 0,5—1 мгсм. Во много раз повышены требования к точности акселерометров, упругих элементов датчиков, стабильности физических параметров элементов приборной автоматики.

Остановимся на важнейших проблемах организации и технологии современного авиационного приборостроения.

Проблема технологичности

За последние годы вопросам технологичности посвящено много статей и специальных работ, однако они полностью еще далеко не разрешены.

Обычно принято считать, что технологичной является конструкция, обеспечивающая заданные эксплуатационные показатели и требующая наименьших затрат времени, труда и средств на производство.

Такая формулировка приемлема лишь для оценки технологичности отдельных приборов, но для сложной автоматики она нуждается в дополнении. В частности, приведенное выше определение технологичности не отражает стремления к постоянному использованию в новых изделиях достижений науки и техники, например полупроводников, печатных схем и т. п. Оно не стимулирует в сложных автоматических системах сокращения времени сборки и монтажа элементов изделий. Наконец, приведенная формулировка не отражает ряда требований промышленности по повышению уровня оснащенности, механизации и автоматизации технологических процессов.

В самом деле, оценка технологичности изделия затратами времени, труда и средств часто обуславливает приспособление конструкции изделия под имеющееся устаревшее оборудование, под технологию и культуру производства вчерашнего дня. Такая оценка технологичности не предусматривает активного воздействия на повышение уровня технологии в соответствии с усложнением объектов производства. Из-за этого конструкторы часто приспособляются к существующим заводским условиям.

За последнее время в автоматических системах появилось много новых конструктивных элементов, успешно конкурирующих по качеству, надежности, весу, расходу материала и трудоемкости изготовления с прежними конструктивными элементами, все еще

используемыми в новых конструкциях. К подобным новым элементам относятся витые и прессованные сердечники, пленочные потенциометры, ферритовые детали, фотоэлементы, печатные схемы, полупроводники и т. д.

Если совсем недавно трудоемкость сборки и монтажа сложных приборов составляла 50—60% общей трудоемкости их изготовления, то теперь, в связи с переходом на комплексные системы автоматического действия, она возросла еще больше. Это объясняется прежде всего большим объемом работ по обеспечению физических параметров приборов в жестких пределах рассеивания по величине и направлению, что осуществляется преимущественно вручную и требует высокой квалификации исполнителя.

Однако вопросам снижения трудоемкости сборки и монтажа изделий конструкторы уделяют недостаточно внимания. Среди них существует ошибочное мнение, что главная задача — создание изделия, отвечающего заданным техническим условиям, а вопросы снижения трудоемкости — дело технологов. Научно-исследовательские учреждения также недостаточно работают над совершенствованием сборочных процессов, несмотря на возросшую трудоемкость изготовления приборов.

В связи с вышеуказанным общепринятую формулировку технологичности изделий следует понимать более широко, включая в нее использование новейших научно-технических достижений.

Надежность

Совершенствование авиационной техники выдвигает в числе других важных проблем требование обеспечения 100%-ной надежности работы приборов. Эта задача не может быть решена без активного участия конструкторов, технологов и научно-исследовательских институтов.

Как отмечается в зарубежной печати, стоимость эксплуатации сложной электронной аппаратуры в современных самолетах и ракетах в пять—десять раз выше стоимости ее изготовления. Для устранения столь ненормального положения предусматривается пересмотр способов производства и отказ от применяемых методов проектирования аппаратуры, приспособленных к существующим методам и средствам производства.

Высокую надежность сложной аппаратуры предлагают обеспечить, проектируя ее с учетом автоматизированного производства и путем полной автоматизации технологических процессов с использованием активных средств контроля для наиболее ответственных элементов.

В условиях нашей, социалистической системы хозяйства можно закрепить наиболее употребляемые элементы приборов за определенными ОКБ, без разрешения которых нельзя применять элементы, отличающиеся от отработанных, а также постоянно работать над их унификацией и нормализацией.

При такой системе исключается возможность использования в схемах приборов конструктивно различных элементов одного и того же назначения, имеющих одинаковые параметры.

Это, однако, не будет препятствовать совершенствованию типовых элементов, так как любая новая конструкция, успешно конкурирующая с существующими, может быть нормализована.

Следует отметить, что в ряде ОКБ недооценивают важность унификации и нормализации.

Но не только в этом мероприятии заключаются возможности повышения надежности изделий. Большую роль здесь играет насыщенность производства средствами контроля. Это одна из главных проблем, решение которой не терпит отлагательства. Нужно иметь в виду, что накоплен большой опыт по созданию средств контроля и уже имеется большое количество специальных приборов и установок для контроля; к сожалению, не зная об этих средствах, заводские работники часто ими не пользуются. Поэтому актуальна разработка и издание большим тиражом справочника по средствам контроля, заменяемым в авиаприборостроении, с учетом опыта смежных производств и зарубежного опыта. Одновременно необходимо разработать типаж наиболее прогрессивных средств контроля, привлечь к реализации его ОКБ, а также организации и предприятия, проектирующие и поставляющие приборы.

Точность

В связи с новыми требованиями к приборам особую важность приобретают вопросы повышения точности их производства.

В авиационной промышленности широко используют сплавы с особыми свойствами, а также отливки, подвергающиеся незначительной механической обработке. Однако их качество еще не удовлетворяет все повышающимся требованиям. В виде примера можно указать на литье постоянных магнитов, качество которых оценивается по величине коэрцитивной силы и остаточной индукции.

Для обеспечения высоких значений этих параметров должны применяться комплексная механизация и автоматизация процессов литья магнитов, а также сухие и керамические формы, получаемые машинной формовкой, литье в вакууме, плавка в высокочастотных печах с автоматическим управлением, отжиг в инертной среде и автоматическое намагничивание.

Появление в современных приборах тонкостенных деталей, выполненных из новых сплавов и имеющих сложнейшую форму, обусловило необходимость дальнейшего совершенствования методов точного литья, в частности литья стальных рамок для гироскопических приборов с толщиной стенок 1—2 мм, тонкостенных (1—1,5 мм) алюминиевых волноводов и деталей волноводных трактов.

Точность таких физических параметров, как упругость, магнитная проницаемость, а также специфических параметров ферритовых деталей, деталей, получаемых методами порошковой металлургии, деталей из стекла, керамики, специальных пластмасс и т. п. в большой степени зависит от методов термической обработки.

В этом отношении представляют интерес научно-исследовательские работы по механизации и автоматизации операций термической обработки и в осо-

бенности обработки при глубоком вакууме, в инертной среде и с использованием холода. Таким образом, повышение точности и стабильности обеспечения физических параметров является важнейшей задачей специалистов по термообработке.

Требования к точности механической обработки и к чистоте ответственных поверхностей деталей в авиационном приборостроении также значительно возросли. Обработка отверстий в рамах и корпусах гироскопических приборов под шарикоподшипники должна выполняться с точностью 1—2 мк, обработка осей роторов — с точностью 1—1,5 мк, демпферов — 2—3 мк, отверстий струйных реле и деталей золотников и плунжерных пар — 2—4 мк. Обработка зубчатых передач должна осуществляться по 1-му классу точности и т. д.

Решение проблемы повышения точности и чистоты механической обработки требует дальнейшего повышения требований к металлообрабатывающему оборудованию, в первую очередь к агрегатным, расточным, шлифовальным и доводочно-полировальным станкам, что должно найти отражение в разрабатываемом типаже оборудования.

Особенно большие работы следует провести по механизации трудоемких процессов притирки и доводки плоских и цилиндрических поверхностей деталей. Если совсем недавно притирка и доводка поверхностей применялись главным образом при производстве клапанов, демпферов и деталей с плотным прилеганием друг к другу, то в настоящее время все больше появляется узлов скольжения и вращения, к которым предъявляется требование полной герметичности притертого соединения при избыточном давлении 1—1,5 атм. Притирочно-доводочные работы неизбежны как в точных зубчатых передачах современных редукторов и передаточных механизмов, так и в кулачковых и кривошипных передачах. Это заставляет создавать целую серию притирочно-доводочных станков, которые еще не нашли широкого применения в приборостроении.

Большую роль в механизации доводочных работ должно сыграть отделочное шлифование с весьма малыми удельными давлениями абразивных брусков зернистостью 300—500 и даже выше.

Чтобы повысить точность цилиндрических зубчатых передач, необходимо дальнейшее расширение диапазона шевингования стальных зубчатых колес (до модуля 0,2 мм), а также освоение шлифования зубчатых венцов абразивным червяком на станках с принудительным вращением детали. Для более широкого внедрения шлифования абразивным червяком следует усовершенствовать этот метод и изыскать возможность применения его для колес с модулем менее 0,5 мм. Очевидно, это должно привести к созданию малогабаритных станков с абразивным червяком, крайне нужных в точном приборостроении. Не исключено решение указанной задачи и путем освоения метода шлифования зубчатых колес абразивным червяком без принудительного вращения детали, что позволит приспособить для этой цели обычные плоскошлифовальные станки.

Для повышения качества зубчатых передач из цветных металлов и сплавов, а также из нержавеющей стали должен получить еще большее распространение метод обкатки зубчатых венцов эталонным зубчатым колесом.

Наиболее распространенными элементами электрических и электронных схем являются потенциометры, сопротивления, якоря, статоры, катушки полюсов, ферритовые детали, витые сердечники, витые рамки, т. е. такие детали и узлы, качество которых зависит от точности проводников и намотки. Достаточно сказать, что тороиды в настоящее время наматываются из проводников диаметром 0,02 мм с количеством витков до десятков тысяч. Существуют каркасы, диаметр внутренних отверстий которых не превышает 1 мм, и электрические двигатели с габаритными размерами 10—15 мм. Широко применяются функциональные потенциометры. В связи с этим большое значение в приборостроении имеют процессы точной намотки, которые могут быть осуществлены только средствами механизации и автоматизации.

Значительную роль в этом должны сыграть работы по созданию оборудования, обеспечивающего изготовление проводников заданного сопротивления. Скорее всего эту задачу удастся разрешить применением ванн для электролитического калибрования, в которых сопротивление будет контролироваться во время передвижения проволоки по ванне, причем отклонение от заданного сопротивления проходящего участка будет вызывать импульсы к изменению режимов электролитической ванны или скоростей продвижения проволоки по ней.

Второй, не менее важной задачей, является обеспечение высокого качества изоляции проволоки и точности ее намотки. Очевидно, что при огромной номенклатуре и широком диапазоне намоточных работ, вызываемых разнообразием конструкций электрических и электронных приборов, требуется серия намоточных станков. Наилучшим решением будет такая организация работ по механизации и автоматизации намоточных процессов, когда все потребное для этих целей оборудование будет создаваться на основе унификации узлов и элементов и их агрегатирования. К разработке унифицированных намоточных станков для приборостроения приступил НИИТ.

Установлению причин вибраций в элементах приборов и автоматов и их динамической балансировки в настоящее время уделяется много внимания. Однако все еще не разрешены вопросы снижения трудоемкости балансировки и повышения точности, а также создания средств для анализа и установления причин вибраций в гиросистемах и т. п.

Нормализация и унификация

Нормализация и унификация элементов приборов являются основной базой расширения механизации и автоматизации производства. Нормализация создает основу для разработки высокопроизводительного специального оборудования и для организации специализированных производств.

Роль технологов в нормализации состоит в технологической обработке нормализуемых изделий, обеспечивающей возможность механизации и автоматизации их изготовления и сборки.

Унификация изделий авиационного приборостроения — важнейшая область работы конструкторов-приборостроителей. Унификация способствует снижению стоимости изделий, создает необходимые условия для механизации и автоматизации технологических процессов, повышения качества и надежности изделий и др.

Опыт унификации приборов анероидно-манометрической мембранной группы, осуществленной на одном из заводов, позволил только на этом заводе за счет унификации восьми приборов получить экономии 2 млн. руб., высвободить 40 станков и 120 рабочих, внедрить поточный метод производства, уменьшить вес приборов и значительно повысить их стабильность, ресурс и качество.

Еще более эффективной оказалась унификация электрических дистанционных манометрических указывающих приборов, разработанная и внедренная под руководством Д. А. Браславского (ОКБ), которая нашла применение во многих авиационных термометрах и манометрах, контролируемых широкий диапазон температур и избыточные давления от 0,5 до 120 атм и выше, а также используемых в качестве датчиков в различных автоматических устройствах.

Вторичная унификация анероидно-манометрических приборов, проведенная через несколько лет после описанной выше, охватывала более 20 приборов. Она позволила повысить их технико-эксплуатационные характеристики, сократить возврат из контрольно-испытательных цехов в два—четыре раза, а также обеспечить организацию крупносерийного и массового производства при малых сериях отдельных типоразмеров деталей.

Большой интерес представляет проведенная одним из ОКБ унификация авиационных тахометров*.

Такая унификация дала возможность применить новую прогрессивную технологию на основе механизированных и автоматизированных средств производства и контроля.

Осуществляется унификация гироскопических приборов, радиолокационных автоматов и т. д. Но она еще далека от завершения.

Унификация радиолокационной аппаратуры и автопилотов является весьма сложной задачей, которая, однако, должна быть выполнена в короткий срок. Сейчас насчитывается много автопилотов различного, а иногда примерно и одинакового назначения, но приспособленных к разным объектам. Это затрудняет унификацию, а в связи с дальнейшей разработкой новых автопилотов, базирующихся на последних достижениях науки и техники, все увеличивается их номенклатура, усложняется производство и унификация. Сложность унификации автопилотов заключается еще и в том, что различные проектирующие их ОКБ придерживаются различных взглядов на методы конструирования.

* См. «Авиационная промышленность», 1957, № 12, стр. 3.

В настоящее время уже накоплен большой опыт эксплуатации автопилотов и назрела необходимость их унификации. Нельзя мириться с таким положением, когда в автопилотах необоснованно применяются самые различные гироскопы, моторчики, сельсины, трансформаторы, преобразователи, датчики, корректоры, усилители, рулевые машинки и др.

Унификация элементов автопилотов так же, как и радиолокационной аппаратуры, является неотложной задачей наших ОКБ, к решению которой должны быть привлечены технологи заводов и работники технологических НИИ.

* * *

Авиационное приборостроение всегда было передовой отраслью промышленности, в которой создавались и внедрялись новые технологические процессы и средства производства. В настоящее время авиационная промышленность должна разработать и внедрить ряд новых технологических процессов и новые средства механизации и автоматизации производства, которые обеспечат дальнейшее повышение техники и культуры производства.

К таким процессам относятся: прессование фасонных заготовок методом истечения; высадка и осадка заготовок с применением местного электроконтактного нагрева; редуцирование; изготовление деталей и заготовок методом порошковой металлургии; освоение стеклоизолированных герметичных соединений; покрытие деталей палладием, иридием, платиной и другими драгоценными металлами.

Перед технологами стоят следующие важные задачи: разработка методов и режимов обработки титана и сплавов на его основе, внедрение алмазной обработки, раскатки роликами, создание прогрессивной технологии витых и штампованных ленточных сердечников из пермаллоя и новых сплавов, автоматизация изготовления активного железа, разработка прогрессивных технологических процессов производства печатных схем, ферритовых деталей, волноводов и волноводных трактов, применение ультразвука для промывки деталей и обработки твердых материалов и др.

Особенно большие работы необходимо провести по механизации и автоматизации сборки, а также контроля физических параметров деталей, узлов и приборов авиационной техники.

В совершенствовании средств производства значительную роль должна сыграть разработка и внедрение механизмов и установок программного управления для станочного оборудования и для автоматизации сборочных процессов.

В заключение следует отметить, что важнейшей проблемой, имеющей первостепенное значение для производства авиационной техники, является дальнейшая реализация планов специализации предприятий и организация широкой и гибкой кооперации, что приведет к значительному повышению качества и снижению трудоемкости изготовления приборов.

Механизация и автоматизация намоточных работ

И. А. БУЯНОВ

Описание некоторых унифицированных узлов намоточных станков

При изготовлении контурных катушек, различного рода реостатов, потенциометров, катушек трансформаторов, дросселей, электромагнитов и других подобных узлов приборов трудоемкие намоточные работы до сих пор недостаточно механизированы и автоматизированы.

Возрастающие требования к точности электроузлов заставляют обращать особое внимание на точность работы намоточных станков. Например, при намотке проволочных потенциометров на линейность их характеристики в значительной степени влияют небольшие отклонения от заданного шага. При требованиях к точности по линейности 0,05—0,1% допускаемая погрешность намотки соседних витков у некоторых потенциометров не должна превышать 12—14 мк.

Если учесть все факторы, влияющие на точность шага намотки (а этих факторов более десяти), то становится очевидной необходимостью разработки более совершенных конструкций отдельных узлов намоточных станков, влияющих на точность шага намотки. В каждом отдельном случае следует всесторонне изучать конструкции узлов станков и ликвидировать возможность возникновения всякого рода ошибок.

Одним из важных факторов, также влияющих на точность наматываемого изделия, является технологическая дисциплина, т. е. соблюдение всех технологических режимов, обеспечивающих наиболее высокое качество намотки.

Необходимо, чтобы намоточный станок:

а) позволял плавно увеличивать при трогании с места и изменять скорость вращения шпинделя (т. е. скорость намотки);

б) имел устройство для тарирования натяжения провода;

в) сигнализировал об обрыве провода в процессе намотки;

г) учитывал счетчиком число витков и останавливался после намотки заданного числа витков.

Находящееся в эксплуатации намоточное оборудование в большинстве своем является устаревшим, малопроизводительным и не обеспечивает требуемой точности. Многие намоточные станки являются специализированными, изготовленными заводами как оснастка при освоении того или иного изделия. При переходе на новые изделия их приспособляют, если это возможно, к новой технологии, но чаще всего они остаются в резерве, а заводы разрабатывают и изготавливают новые станки для оснащения производства новых изделий. Это требует больших затрат времени и средств и не обеспечивает получения оборудования с необходимыми характеристиками, тогда как промышленности нужны современные, высокопроизводительные и точные намоточные станки.

НИАТ провел работу по анализу конструкций разнообразных намоточных станков и отдельных их узлов. На основе полученных данных был разработан единый типаж намоточного оборудования, а также конструкции унифицированных узлов станков.

В первую очередь разработано 22 узла для компоновки станков для намотки провода на кольцевые каркасы. До 60% этих узлов можно применять также при компоновке станков для рядовой намотки.

Единым типажом НИАТ предусмотрена разработка 50—55 унифицированных узлов для компоновки различных намоточных станков 12—16 типоразмеров, обеспечивающих все виды намоточных работ в приборостроении и агрегатостроении. Унифицированные станки снабжаются набором сменных узлов, что значительно расширяет диапазон их применения.

Некоторые унифицированные узлы можно использовать на применяемых в настоящее время станках.

Ниже приводятся краткие описания проверенных в работе унифицированных узлов.

Бесступенчатый привод

Бесступенчатый привод (фиг. 1) обеспечивает:

а) плавное увеличение скорости вращения шпинделя станка и невозможность пуска электродвигателя сразу на полные обороты;

б) быстрое торможение станка при аварийном выключении двигателя;

в) при плавном снижении скорости вращения электродвигателя остановку его от постепенного уменьшения рабочего напряжения питания.

Управление электродвигателем привода может быть осуществлено от руки, с помощью педали или от узла для автоматизации цикла намотки.

Привод работает следующим образом.

При нажатии на кнопку «Пуск» образуется цепь: сеть — катушка 1К контактора — кнопка «Стоп» — кнопка «Пуск» — контакты переключателя 1МП — сеть.

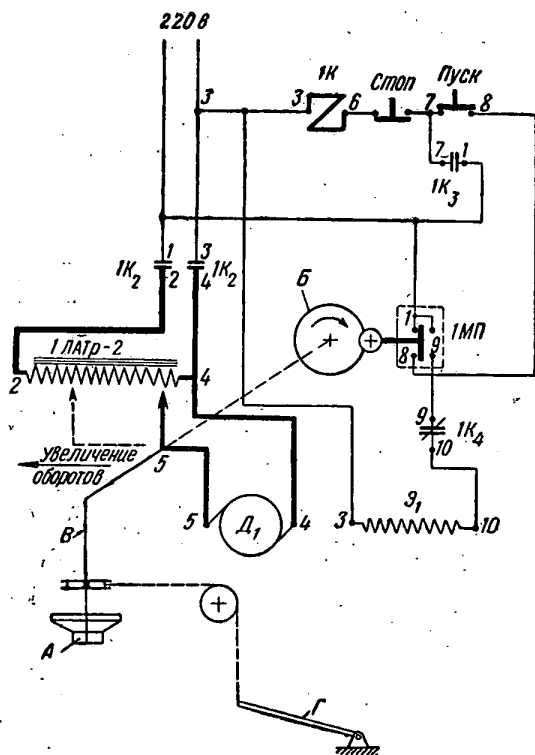
При включении контактора 1К замыкаются контакты 1К₂, подключающие автотрансформатор 1ЛАТр-2 к сети 220 в и удерживающие контакты 1К₃, замыкающие цепь катушки 1К при отпущенной кнопке «Пуск». Контакты 1К₄ при включении контактора 1К размыкаются.

Автотрансформатор 1ЛАТр-2 подключен к сети, но его движок находится в исходном положении; при этом электродвигатель Д₁ не работает; цепь электромагнита Э₁ тормоза разомкнута (разомкнуты контакты 1К₄ и 1МП).

Чтобы электродвигатель Д₁ начал вращаться, рукояткой А поворачивают вал В; при этом автотранс-

форматор 1ЛАТр-2 вводится в работу, и электродвигатель D_1 начинает плавно набирать обороты.

При вращении рукоятки A по часовой стрелке кулачок B , повернувшись на $5-8^\circ$, переключит контакты 1МП (разомкнутся контакты 1-8 и замкнутся контакты 1-9), подготовив этим цепь включения тормозного электромагнита \mathcal{E}_1 . Если в таком положении будет нажата кнопка «Стоп», то цепь катушки 1К будет прервана: контакты 1К₂ разомкнутся, автотрансформатор 1ЛАТр-2 и двигатель D_1 отклю-



Фиг. 1. Электросхема бесступенчатого привода.

чатся от сети, а контакты 1К₄ замкнут цепь электромагнита \mathcal{E}_1 тормоза, который остановит электродвигатель D_1 , вращающийся по инерции.

В зависимости от угла поворота рукоятки A число оборотов двигателя D_1 будет плавно изменяться. Рукоятку A для удобства управления можно соединить тросиком с педалью G .

При повороте рукоятки A против часовой стрелки скорость вращения электродвигателя D_1 будет уменьшаться, и при полностью выведенном автотрансформаторе электродвигатель остановится без участия тормоза.

В цепь между катушкой 1К и кнопкой «Стоп» можно поместить нормально замкнутые контакты, размыкаемые счетчиком после намотки заданного числа витков. В эту же цепь можно включить контакты сигнализатора, выключающие станок при обрыве провода во время намотки.

Вал электродвигателя D_1 соединяется со сменным редуктором, снижающим обороты до требуемой ве-

личины (например, для станка НК-01 редукция равна 1:20; для станка НР-01 — 1:1,6). Передача к шпинделю станка осуществляется клиновидным ремнем.

Двухкомандный счетчик

Назначение счетчика:

а) отсчет числа оборотов шпинделя (количества витков);

б) подача первой команды о необходимости снижения скорости вращения перед концом намотки (включается сигнальная лампочка, освещающая надпись «Сбавь обороты!»);

в) подача второй команды — остановка станка после намотки заданного числа витков;

г) обеспечение обязательного сброса показаний счетчика после окончания намотки очередного изделия (без сброса показаний пуск станка невозможен).

Конструкция счетчика обеспечивает возможность установки момента подачи любой из команд с точностью до 0,1 витка при работе без входного редуктора и с точностью до одного витка при работе с входным редуктором.

Наибольшее регистрируемое счетчиком число витков — 99 999.

Счетчик снабжен сменными входными устройствами, устанавливаемыми в зависимости от условий его работы на станке (скорость вращения шпинделя в минуту, расположение ведущего валика у станка, необходимость отсчета витков при реверсировании станка и т. д.). Для подачи команд используются микропереключатели типа МП-1. Момент подачи команд задают с помощью командных барабанов.

При применении подобного счетчика на намоточных станках, не оборудованных магнитными пускателями в цепи электродвигателя привода, можно использовать первую и вторую команды для включения, например, сигнальных лампочек.

Узел для автоматизации цикла намотки

Данный узел полностью исключает вмешательство рабочего в процесс намотки. Он обеспечивает при пуске станка плавное увеличение скорости вращения шпинделя до требуемой величины. После намотки 90—95% витков скорость автоматически снижается до требуемой величины; далее идет домотка оставшегося количества витков, после чего станок останавливается и механизм узла возвращается в исходное положение. Рабочий только устанавливает на станке очередной каркас, закрепляет на нем провод, сбрасывает показания счетчика и нажимает кнопку «Пуск».

Если во время намотки (в любой момент после того, как нажата кнопка «Пуск») произойдет аварийная остановка станка (обрыв провода или нажата кнопка «Стоп»), узел отключит двигатель привода станка от сети, затормозит его, а сам возвратится в исходное положение.

Электрическая схема станка при отключенном узле для автоматизации цикла намотки (фиг. 2) рабо-

тает аналогично схеме бесступенчатого привода. При этом зубчатое колесо D не находится в зацеплении с колесом E (как показано на фиг. 2); выключатель $7MP$ разомкнут, контактор $2K$ не включен.

Скорость вращения электродвигателя D_1 изменяют, поворачивая рукоятку A после нажатия на кнопку «Пуск».

При подаче счетчиком первой команды замыкаются контакты $3MP$; включается реле PP_1 и загорается лампочка $ЛС_1$ «Сбавь обороты». От второй

сети 220 в; при этом загорается сигнальная лампочка $ЛС_2$. При нажатии кнопки «Пуск» включаются контакторы $1K$ и $КН_1$ («Вперед медленно»). В этом случае необходимо, чтобы рукоятка A находилась в исходном (нулевом) положении, т. е. когда у переключателей $1MP$ и $6MP$ замкнуты контакты $50-52$ и $12-21$, что обеспечивает включение цепей указанных контакторов.

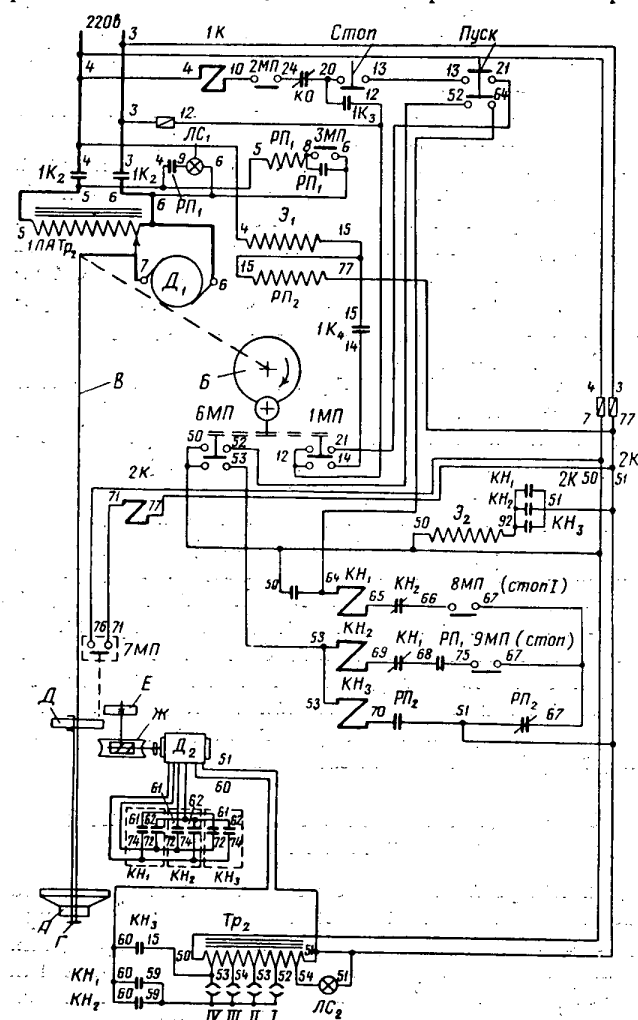
При включении контактора $КН_1$ замыкаются контакты группы управления включением и направлением вращения вспомогательного двигателя D_2 , который через редуктор $Ж$ приводит в движение вал B с ползунком автотрансформатора $1ЛАТр-2$. Так как контакты $1K_2$ замкнуты при включении контактора $1K$, то по мере ввода в работу автотрансформатора $1ЛАТр-2$ электродвигатель D_1 привода начинает плавно набирать обороты. Одновременно с поворотом вала B кулачок $Б$ нажимает на переключатели $1MP$ и $6MP$: размыкаются контакты $12-21$ и $50-52$ и замыкаются контакты $12-14$ и $50-53$.

Контакты $12-14$ готовят цепь включения тормоза $Э$; контакты $50-53$ готовят цепь включения контактора $КН_2$ («Назад медленно»). Скорость набора оборотов электродвигателем D_1 до заданного предела зависит от скорости вращения вала B вспомогательным электродвигателем D_2 . Работа электродвигателя D_2 регулируется автотрансформатором $Тр_2$, который подключает большую или меньшую часть обмотки к шинам питания электродвигателя. Задаваемую скорость изменяют, ввертывая в одно из гнезд $I-IV$ контактный штырь. При расположении штыря в гнезде I скорость вращения электродвигателя D_2 будет наименьшей; при расположении в гнезде IV — наибольшей.

На рукоятке A имеются переставные упоры. Один из них («Стоп I») при повороте вала B на требуемый угол нажимает на выключатель $8MP$ и выключает контактор $КН_1$. Увеличение скорости вращения электродвигателя D_1 прекращается — станок работает с определенной скоростью, наматывается основное количество витков.

При подаче счетчиком первой команды срабатывают выключатель $3MP$ и включается реле PP_1 . При этом замыкаются следующие контакты: удерживающие $8-6$ — для обеспечения включенного состояния реле PP_1 после размыкания контактов выключателя $3MP$; контакты $4-9$, включающие сигнальную лампочку $ЛС_1$ («Сбавь обороты»); контакты $68-75$ в цепи контактора $КН_2$ («Назад медленно»).

Цепь $КН_2$ подготовлена в точках $69-68$ выключенным контактором $КН_1$, и разрыв в точках $68-75$ ликвидируется при включении реле PP_1 . При включении контактора $КН_2$ вспомогательный электродвигатель D_2 начинает вращаться в обратную сторону и вал B , поворачиваясь также в обратную сторону, будет плавно уменьшать число оборотов электродвигателя D_1 до тех пор, пока расположенный на рукоятке A переставной упор «Стоп II» не надавит на выключатель $9MP$ — цепь $КН_2$ разорвется и снижение скорости вращения электродвигателя D_1 прекратится. Домотка оставшегося количества витков будет идти на малых оборотах шпинделя. Из схемы



Фиг. 2. Электросхема узла для автоматического управления циклом намотки провода.

команды счетчика при размыкании контактов $2MP$ выключается контактор $1K$, отключается и затормаживается электродвигатель D_1 ; сигнальная лампочка $ЛС_1$ гаснет.

Чтобы подключить узел для автоматизации цикла намотки, нажимают на кнопку $Г$; при этом колесо D вводится в зацепление с ведущим колесом K , расположенным на выходном валу червячного редуктора $Ж$ вспомогательного электродвигателя D_2 . Одновременно замыкаются контакты выключателя $7MP$ и включается контактор $2K$, подключающий узел к

видно, что режимы набора и сброса оборотов одинаковы.

После намотки заданного числа витков счетчик подает вторую команду, т. е. разомкнет выключатель 2МП. При этом выключатся контактор 1К, электродвигатель отключится и включатся электромагнит тормоза Э₁ и реле РП₂.

Реле РП₂ при включении разомкнет цепь питания КН₁ и КН₂ в точках 51—67.

При этом замкнутся контакты включения электродвигателя Д₂: 61—72, 62—74 и 55—60. Последняя пара контактов обеспечивает самое быстрое вращение вспомогательного электродвигателя Д₂, так как с трансформатора Тр₂ будет поступать наибольшее напряжение для питания электродвигателя Д₂.

Происходит быстрое вращение вала В, снижающее число оборотов (электродвигатель Д₁ в это время уже отключен и заторможен) до тех пор, пока кулачок Б, придя в исходное положение, не нажмет на переключатели 1МП и 6МП. Разомкнувшиеся при этом контакты 12 и 14 отключат тормоз Э₁ и реле РП₂, а контакты 50—53 ликвидируют цепь для включения КН₂ или КН₃, т. е. узел может начать работать только при включении контактора КН₁ («Вперед медленно»).

Таким образом, цикл закончен.

Для устранения перебоев рукоятки А, вызываемых инерцией якоря вспомогательного электродвигателя Д₂, применен пружинный тормоз, растормаживаемый электромагнитом Э₂ при включении любого контактора: КН₁, КН₂ или КН₃.

При аварийной остановке, когда разрывается цепь питания катушки 1К, отключается и затормаживается электродвигатель Д₁, а включающееся параллельно с электромагнитом Э₁ реле РП₂ включает контактор КН₃ («Быстро назад»), приводя узел в исходное положение.

В узле для автоматизации цикла намотки используется следующая аппаратура и механизмы: реле переменного тока типа МКУ-48 (в качестве контакторов); силовые электромагниты типа ЭС1; микропереключатели типа МП-1; электродвигатели универсального питания УЛ-061 мощностью 180 вт (Д₁) и УЛ-041 мощностью 30 вт (Д₂); червячный редуктор (Ж) с редукцией 1:165; автотрансформаторы: 1ЛАТр-2 и Тр-2. Рабочее напряжение везде 220 в.

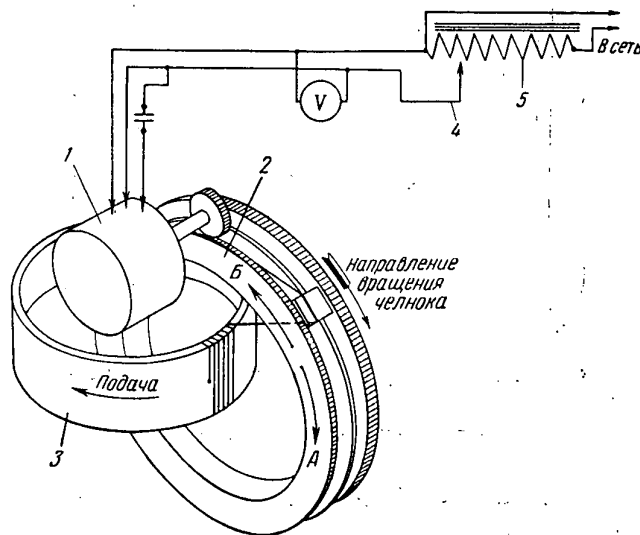
Устройство для тарированного натяжения провода

Этот узел (фиг. 3) применяется на станках НК-01 (для кольцевой намотки) и НР-01 (для рядовой намотки). На станке НК-01 натяжение обеспечивается вращением шпули в сторону, обратную сматыванию провода.

В устройстве применен индукционный однофазный электродвигатель, работающий в режиме торможения. Пониженное напряжение питания (50—70% от рабочего) позволяет валу двигателя развивать крутящий момент, достаточный для натяжения провода.

При наматывании провода на каркас шпули увлекается по направлению стрелки А (см. фиг. 3). Про-

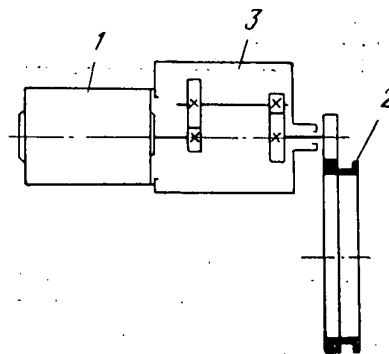
вод должен преодолеть не только трение в подшипниках шпули, но и противодействие электродвигателя, стремящегося вращать шпулю в направлении стрелки Б. Изменяя напряжение питания электродвигателя, можно установить требуемое натяжение и даже регулировать его во время намотки. В качестве



Фиг. 3. Устройство для тарированного натяжения провода при намотке.

1—электродвигатель; 2—шпуля; 3—каркас; 4—рукоятка; 5—автотрансформатор.

указателя степени натяжения можно либо применить вольтметр, включаемый в линию питания электродвигателя, либо снабдить рукоятку 4 автотрансформатора 5 стрелкой и шкалой. Шкала вольтметра (или рукоятки автотрансформатора) должна быть



Фиг. 4. Редуктор.

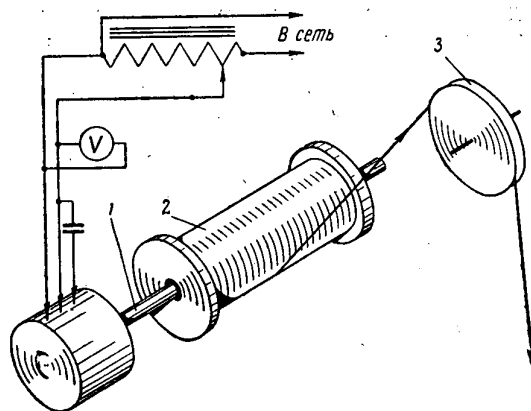
1—двигатель; 2—шпуля; 3—редуктор.

предварительно оттарирована и обозначать силу натяжения провода в граммах.

При намотке толстым проводом в конструкцию узла вводится редуктор (фиг. 4), увеличивающий момент на выходном валу устройства.

На станке НР-01 натяжное устройство соединено с осью 1 (фиг. 5), на которой закрепляется катушка 2 с проводом.

К устройству добавлен подпружиненный ролик 3, предназначенный для ослабления рывков провода, возникающих при намотке на некруглые каркасы.



Фиг. 5. Натяжное устройство для рядовой намотки провода.

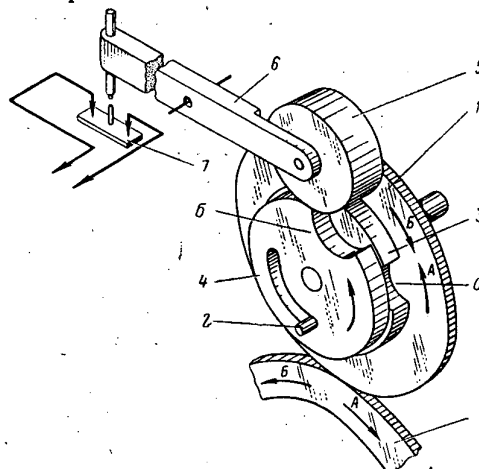
1—ось; 2—катушка; 3—ролик.

Сигнализатор обрыва провода

Если в процессе намотки с применением натяжного устройства оборвется провод, шпуля 2 (см. фиг. 3) под действием электродвигателя 1 начнет вращаться по направлению стрелки Б. Это обстоятельство использовано при конструировании сигнализатора обрыва провода (фиг. 6). В процессе намотки зубчатое колесо 1 с кулачком 3 поворачивается шпулей 8 по направлению стрелки А; палец 2 ведет кулачок 4. При этом выемки а и б в кулачках 3 и 4 будут находиться не на одной линии, так как из-за паза в кулачке 4 палец 2, а с ним кулачок 4, вынуждены повернуться на некоторый угол относительно кулачка 3. Вследствие несовпадения выемок а и б ролик 5 обкатывается по обоим кулачкам, не за-

падая в их выемки (ширина ролика 5 равна суммарной ширине кулачков 3 и 4).

Как только провод оборвется, под действием электродвигателя натяжного устройства колесо 1 шпулей 8 повернется по направлению стрелки Б; палец 2 переместится в другой конец паза в кулачке 4, впадины а и б кулачков 3 и 4 совпадут и ролик 5 западет в них при очередном обороте колеса 1. Рычаг 6 нажмет на выключатель 7, который разомкнет цепь контактора электродвигателя — станок остановится. Весь процесс выключения станка занимает 0,3—0,5 сек. Одновременно с выключением электродвигателя привода останавливается электродвига-



Фиг. 6. Сигнализатор обрыва провода в процессе намотки.

1—зубчатое колесо; 2—ведущий палец; 3, 4—кулачки; 5—ролик; 6—рычаг; 7—выключатель; 8—шпуля; а и б—выемки в кулачках.

тель натяжного устройства. Если технологическим процессом допускается пайка провода, то намотка может быть продолжена после устранения обрыва.

Определение короткозамкнутых витков в обмотках малогабаритных электрических двигателей

Ю. Г. БРУСКИН и В. А. СПИРИДОНОВ

Для того чтобы добиться надежной работы различных электрических устройств, необходимо проверять обмотки электродвигателей и генераторов на наличие короткозамкнутых витков (КЗВ).

Появление короткозамкнутых витков обычно обусловливается:

а) точечными повреждениями на эмалевой изоляции провода, некачественным лаком и неправильной сушкой в термостате;

б) механическими повреждениями изоляции провода в процессе намотки;

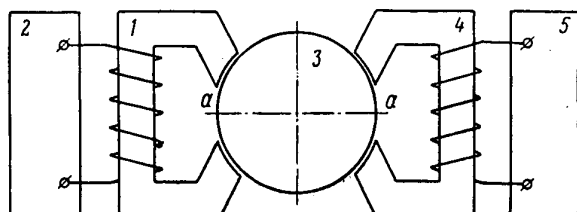
в) внутренними механическими напряжениями в обмотках после пропитки изоляционными лаками.

Определение КЗВ в обмотках якоря

Наиболее распространенный метод определения КЗВ сводится к помещению проверяемых обмоток в переменное магнитное поле, создаваемое специаль-

ными индукторами. В этих условиях при наличии КЗВ изменяются отношения между векторными величинами магнитных потоков и напряжениями, отмечаемые соответствующими указывающими устройствами, подключенными к датчику.

Для якорей с железным сердечником используют установки, созданные заводом, где работают авто-ры, по принципу схемы, показанной на фиг. 1.

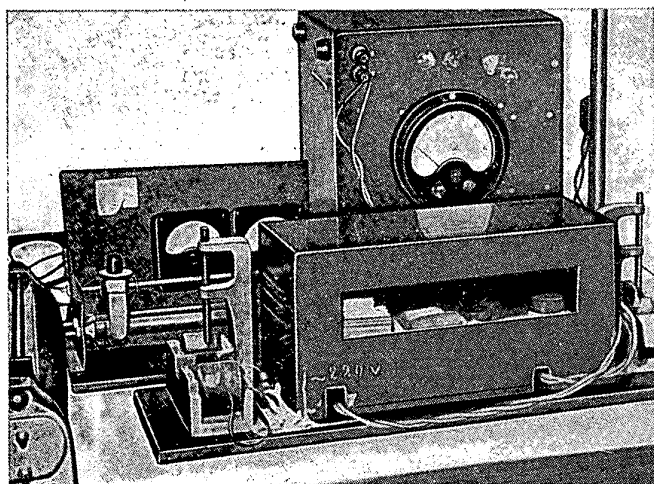


Фиг. 1. Схема установки для определения КЗВ в якорях с железным сердечником.

1—индуктор; 2—источник тока; 3—якорь; 4—датчик; 5—указатель.

Индуктор 1, возбуждаемый током повышенной частоты от источника 2, создает магнитный поток, проходящий через якорь 3. Если в плоскости *аа* окажутся короткозамкнутые витки, то протекающие по ним индуцированные токи вызовут появление э.д.с. на обмотке датчика 4, которая регистрируется указателем 5.

На фиг. 2 показана установка, состоящая из смонтированного на одной панели RC-генератора на



Фиг. 2. Установка для определения КЗВ, смонтированная совместно с генератором.

частоту 1—2 кГц и двух групп датчиков с индуктором, каждая из которых рассчитана на определенный диаметр якоря.

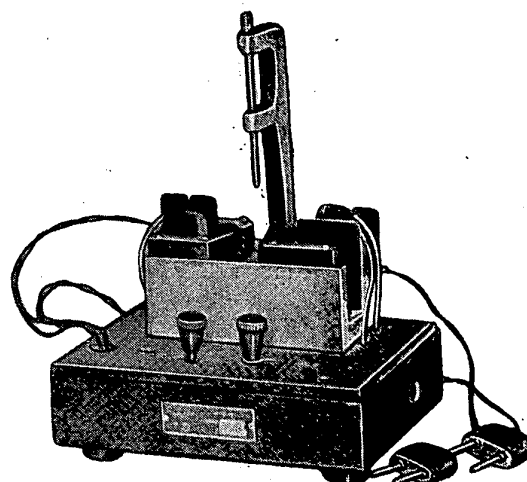
Проверяемый якорь устанавливается в центрах и медленно вращается от руки. Между якорем, с одной стороны, и индуктором и датчиком, с другой, должен быть зазор 0,2 мм, который при вращении якоря уменьшает величину и пульсацию паразитных э.д.с. датчика. Величина э.д.с. контролируется лам-

повым вольтметром типа ВКС-7 или ему подобным. Точность работы установки при диаметре провода обмотки 0,15 мм — 1 КЗВ. Работу установки проверяют, закладывая в лапы якоря-эталоны замкнутый виток.

Техническая характеристика установки

Диаметр проверяемых якорей	~ 20 мм
Сечение магнитопровода индуктора и датчика (набор из пластин толщиной 0,35 мм)	~ 1,2 см ²
Число витков катушек из провода ПЭШО диаметром 0,2 мм	~ 3000—4000

При большом разнообразии типов якорей выгоднее изготавливать отдельные магнитные системы «индуктор-датчик» для каждого типа. Эти системы оформляются в виде самостоятельного блока, снабженного выводами со штепсельными вилками, кото-



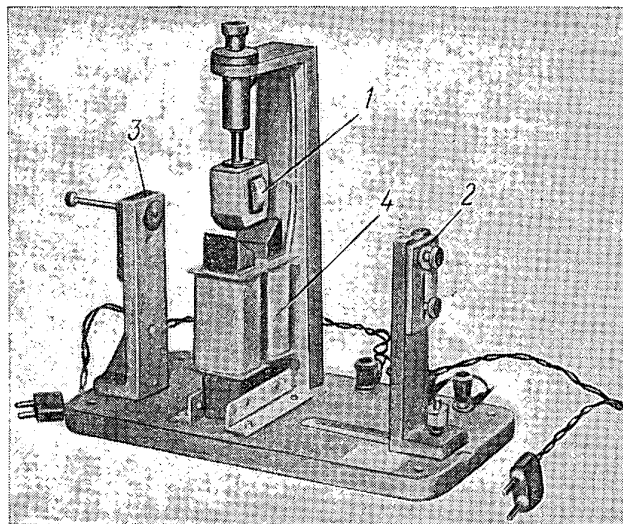
Фиг. 3. Установка «индуктор-датчик» для определения КЗВ якорей.

рые по мере надобности подключаются к генератору и вольтметру (фиг. 3).

Для якорей с обмоткой из проводов диаметром 0,4—0,5 мм и более завод использует установку, аналогичную показанной на фиг. 3, но не требующую высокой точности изготовления. Такая установка (фиг. 4) более универсальна, так как дает возможность проверять несколько подобных по конструкции якорей.

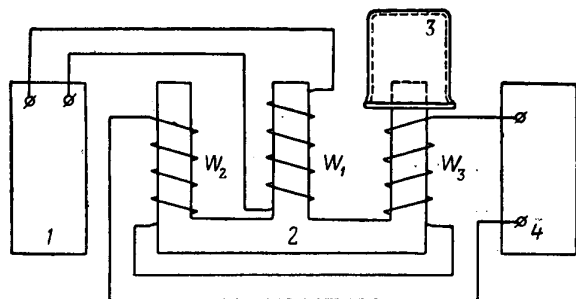
В том случае, если на якорях применен еще более тонкий провод (диаметром 0,1 мм и менее), необходимы, как показал опыт, более высокие частоты для возбуждения индуктора (до 5—7 кГц), что благоприятно сказывается на точности работы установки.

Для проверки якорей колоколообразного типа (без сердечника) используется установка, схема которой изображена на фиг. 5; датчиком КЗВ служит трансформатор, магнитопровод которого собран из Ш-образных стальных пластин. Источник напряжения звуковой частоты *I* питает обмотку *W*₁; последняя возбуждает магнитный поток, замыкающийся через крайние стержни и пересекающий обмотки *W*₂ и *W*₃, включенные так, что индуцируемые



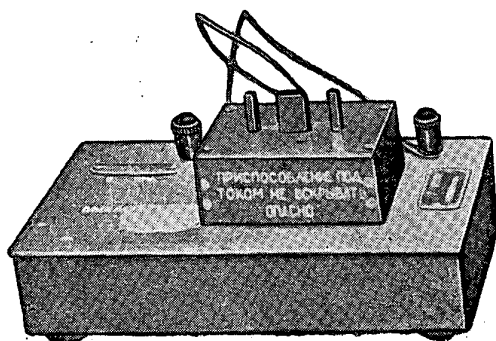
Фиг. 4. Универсальная установка для определения КЗВ якорей. 1—датчик (щуп) КЗВ, устанавливаемый поочередно на каждый из пазов проверяемого якоря; 2, 3—подвижные центры для фиксации якоря; 4—индуктор.

в них э.д.с. равны и направлены навстречу друг другу. Все обмотки расположены на сердечнике 2. Если на один из крайних стержней поместить якорь 3, то при наличии в нем КЗВ произойдет фазовый сдвиг



Фиг. 5. Схема установки для определения КЗВ в якорях колоколообразного типа.

1—источник напряжения звуковой частоты; 2—сердечник; 3—якорь; 4—указатель. W_1 —обмотка из провода ПЭЛ диаметром 0,15 мм; W_2, W_3 —обмотки из провода ПЭЛ диаметром 0,1 мм.



Фиг. 6. Установка для определения КЗВ в якорях колоколообразного типа.

потока и компенсация напряжения нарушится, что регистрируется указателем 4. В качестве указателя, обеспечивающего требуемую чувствительность, применен ламповый вольтметр. Такая установка показана на фиг. 6.

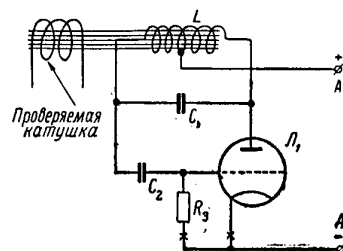
Техническая характеристика установки

Число витков катушки из провода ПЭЛ диаметром 0,1 мм	3500
Число витков катушки из провода ПЭЛ диаметром 0,15 мм	500
Толщина сердечника (набор из пластин Ш-16)	~ 8 мм
Рабочая частота	3—5 кГц
Точность работы при намотке якоря проводом диаметром 0,07 мм	1 КЗВ

Определение КЗВ в обмотках возбуждения

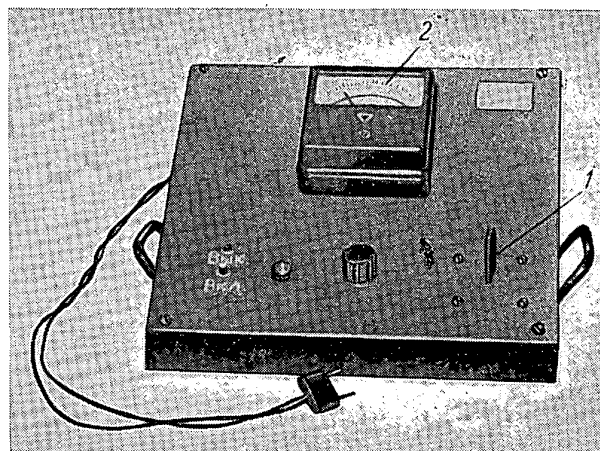
Если проверка на наличие КЗВ в обмотках якоря не вызывает принципиальных трудностей, то в обмотках статоров она значительно сложнее.

Определение КЗВ в обмотках, еще не установленных в статор. Для этой цели заводом используются ламповые автогенераторы зву-



Фиг. 7. Принципиальная схема автогенератора для определения КЗВ в обмотках возбуждения.

ковой частоты, контур которых содержит удлиненный сердечник в виде стержня. На него насаживается проверяемая катушка. Схема генератора представлена на фиг. 7.



Фиг. 8. Установка для определения КЗВ в обмотках возбуждения.

1—сердечник контура; 2—миллиамперметр.

Принцип определения основан на том, что сопротивление КЗВ вносится в контур, увеличивая его эквивалентное активное сопротивление. В результате этого изменяется режим генерирования, а также анодный ток и ток сетки, что отмечается миллиамперметром, указанным на фиг. 7 знаком X.

При таком методе проверки обмотки в ней индуцируется высокое напряжение (около 100 в), что позволяет проводить испытание в более жестких условиях. Соединяя через сопротивление выводы обмотки возбуждения (обычно состоящей из двух катушек), можно также проверить правильность соединения катушек между собою.

Установка, применяемая на заводе, показана на фиг. 8.

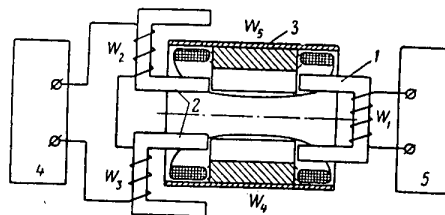
Техническая характеристика установки

Генераторная лампа	триод типа 6С5
Выпрямитель	обычного типа с напряжением 200—250 в
Рабочая частота	~ 7 кГц
Сечение сердечника контура (набор из пластин стали Э4АА толщиной 0,35 мм) . .	7×12 мм
Число витков катушки	750 с отводом от 450-го витка

Число витков проверяемых катушек из провода ПЭЛ диаметром 0,14 мм	до 1600
Точность работы установки для провода диаметром 0,12—0,14 мм	до 1 КЗВ

Определение КЗВ в собранном статоре. Такая проверка выполняется на установке, принципиальная схема которой приведена на фиг. 9.

Индукторы 2, возбуждаемые током повышенной частоты от источника 4, создают магнитный поток,



Фиг. 9. Принципиальная схема индуктора и датчика КЗВ для собранного статора.

1—датчик; 2—индукторы; 3—статор; 4—источник тока; 5—указатель.

проходящий через статор 3, и если в нем окажутся КЗВ, то протекающие по ним токи вызовут появление э.д.с. на обмотке W_1 датчика 1, регистрируемой указателем 5.

Способы качественной зачистки контактных дорожек потенциометров

И. В. КАШИН

Правильная работа потенциометра в значительной степени зависит от способа зачистки контактных дорожек. Плохая зачистка может привести к внезапному выходу из строя агрегата из-за нарушения контакта или обрыва провода.

В производственной практике завода применяется несколько способов удаления изоляции, однако надо признать, что одни из них малопроизводительны, а другие не обеспечивают необходимого качества.

Наиболее простой, но в то же время и наименее производительной является зачистка контактных дорожек медным скребком вручную. Изоляцию снимают вдоль витков обмотки и это место затем протирают ватой, смоченной в бензине.

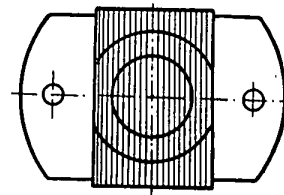
Более производителен способ зачистки контактных дорожек на токарном станке или бабке с помощью фетрового круга с нанесенной на него пастой ГОИ. Фетровый круг диаметром 80—100 мм и шириной до 50 мм (в зависимости от размера потенциометра) закрепляется на оправке и зажимается в патне или патроне станка. Скорость вращения его 300 об/мин.

Потенциометр устанавливают в соответствующее приспособление, которое сконструировано таким об-

разом, чтобы оставалась открытой и доступной для фетрового круга только та часть обмотки, которая подлежит зачистке. Для удаления эмали с обмотки тригонометрического потенциометра (фиг. 1) применяется, например, приспособление, показанное на фиг. 2.

Зачистка производится вдоль витков. Для окончательного полирования используется чистый фетровый круг.

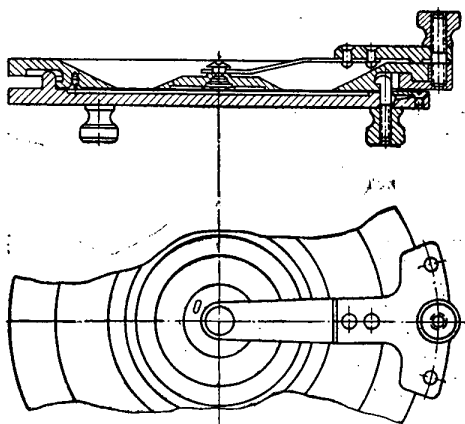
Указанный метод достаточно производителен, однако, как показали исследования, при нетщательной протирке бензином остается парафин, входящий в состав паст ГОИ, который способен создавать изоляционную пленку. При малых токах и небольшом давлении ползунков подобных потенциометров отдельные участки узла из-за потери контакта перестают работать. Этот недостаток пасты ГОИ вынуждает заменять ее окисью алюминия или окисью хрома с маслом МК.



Фиг. 1. Тригонометрический потенциометр.

Хорошее и постоянное по времени и в разных климатических условиях контактирование движка с обмоткой потенциометров и сопротивлений обеспечивает использование для зачистки контактных дорожек резиново-абразивного круга. Изготавливается он следующим образом.

Сырая (невулканизированная) резина 2959 смешивается с 40% абразивного порошка М28 и затем вальцуется в листы толщиной 8 мм. Из этих листов на прессе вырубаются шайбы, которые после проверки на отсутствие металлических включений вулканизируются в термостате. Температура вулканизации $135 \pm 5^\circ \text{C}$, выдержка 2 часа. Шайбы вулканизируются по 10 шт. между металлическими прокладками.



Фиг. 2. Приспособление для зачистки обмотки потенциометра, показанного на фиг. 1.

Как вариант, для некоторых видов потенциометров используются круги, в состав которых входят 30% резины 2959 и 70% абразивного порошка зернистостью 320.

Зачистка резиново-абразивными кругами производится так же, как и фетровыми. В патроне или цанге зажимается оправка с четырьмя—пятью шайбами. Скорость вращения ее 300 об/мин. Применение этих кругов позволило устранить у плоских потенциометров дефект по нарушению контактирования из-за некачественной зачистки дорожки.

Этот метод производительнее полирования пастой ГОИ, однако рекомендовать его для всех видов сопротивлений нельзя. При недостаточной квалификации рабочего здесь по сравнению с полированием, с зачисткой фетровыми кругами увеличивается опасность повредить провод обмотки или сместить витки. Обычно обмотка потенциометра представляет собой очень тонкую (диаметром 0,06—0,09 мм) прово-

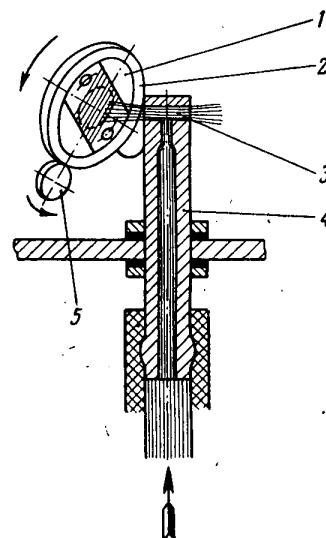
локу ПЭНХ или ПЭК, намотанную с определенным шагом или плотно виток к витку на каркасы. Для обеспечения качественной зачистки большое значение имеет прямолинейность и правильность геометрических форм каркаса, а также точности намотки. В случае даже незначительной неровности каркаса, неплотности и неровности обмотки некоторые витки будут располагаться выше остальных. При одной и той же линии зачистки это приведет к неодинаковому съему материала: у правильно уложенных витков он будет меньше, а у поднятых — больше.

Заводской лабораторией проведены испытания двух новых способов зачистки контактных дорожек потенциометров: гидропескоструйного и с помощью растворителя РДВ. Первый способ предложен изобретателем и рационализатором завода т. Ларионовым. Создан опытный экземпляр разработанной им установки (фиг. 3) для одновременной зачистки 16 тригонометрических потенциометров.

Эмаль снимается направленной на обмотку под давлением 1,5—2 атм струей пульпы, состоящей из смеси абразивного порошка зернистостью 200 с водой. Струя бьет из близко расположенной к обмотке насадки с соплом диаметром 2 мм. Регулируя давление и направление пульпы, можно изменять величину съема металла. Недостатком этого способа является то, что весь потенциометр находится во влажной среде, а между витками остается абразив.

При втором способе подлежащую зачистке часть обмотки помещают в растворитель РДВ и выдерживают в нем около 10 мин. После промывки размягченную эмаль удаляют щеткой.

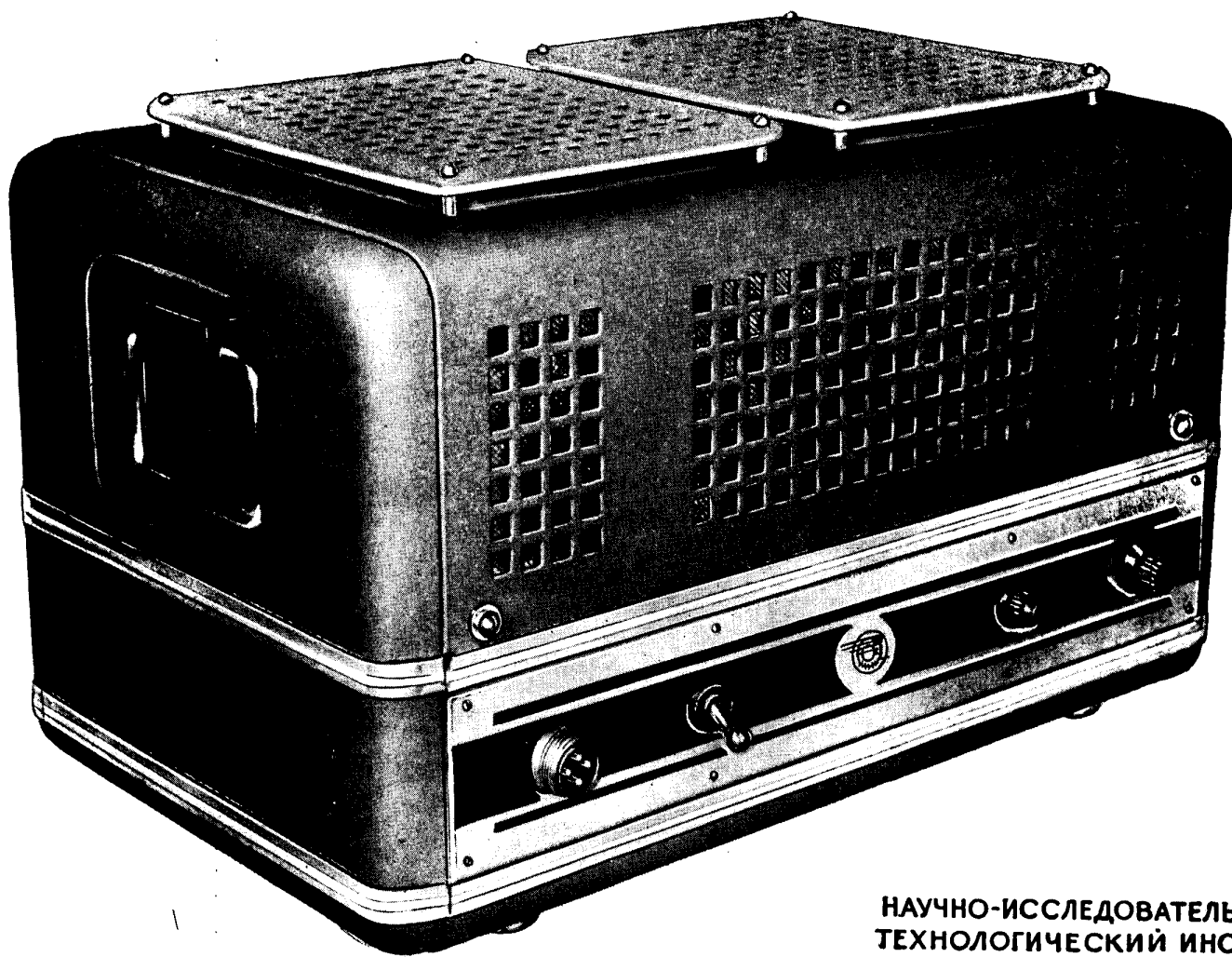
Для нахождения более качественных и экономичных способов зачистки контактных дорожек потенциометров и сопротивлений необходимо, чтобы этим вопросом занимался более широкий круг работников заводов и НИИ.



Фиг. 3. Установка для одновременной зачистки 16 тригонометрических потенциометров.

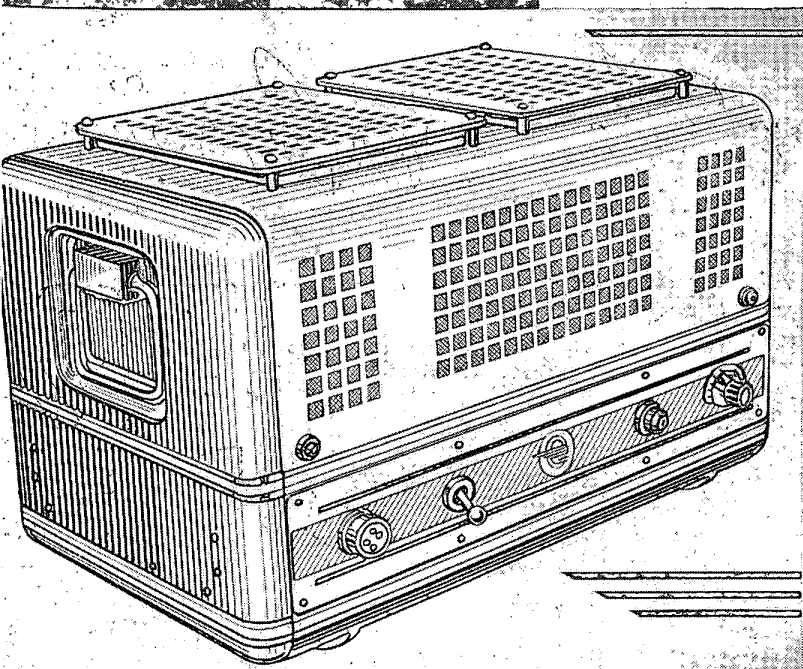
1—потенциометр; 2—обойма для закрепления одновременно двух потенциометров; 3—сопло; 4—насадка; 5—вращающиеся ролики.

Ультразвуковой ГЕНЕРАТОР УГ-32



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ





Ультразвуковой генератор УГ-32

*Ведущий конструктор
И. А. Козловская*

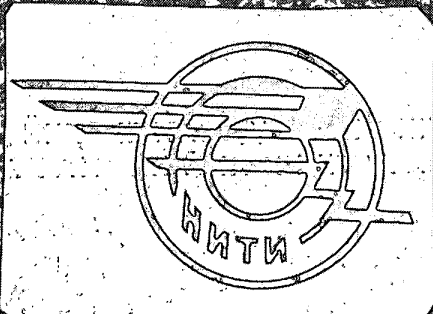
Генератор предназначен для работы с вибраторами магнитострикционного типа. Он может применяться для питания ультразвуковых долбежных станков, небольших ванн для очистки и обезжиривания паяльников, ванн для пайки и лужения алюминия с помощью ультразвука и т. п., а также лабораторных установок, предназначенных для отработки различных технологических процессов с использованием ультразвука и исследования целесообразности его применения на том или ином производственном участке.

Генератор состоит из задающего узкодиапазонного генератора класса RC, предоконечного усилителя и оконечного каскада по двухтактной схеме, в каждом плече которого работают по три лампы ГУ-50. Изменяя число ламп в плече от одной до трех, можно получить выходную мощность соответственно 100, 200 или 300 *вт*. Для согласования с нагрузкой вторичная обмотка выходного трансформатора имеет несколько отводов. Постоянное подмагничивание вибратора осуществляется от селенового выпрямителя, смонтированного в кожухе генератора. С помощью выведенной на переднюю стенку кожуха ручки частота генератора может плавно регулироваться в пределах 18—24 *кГц*.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

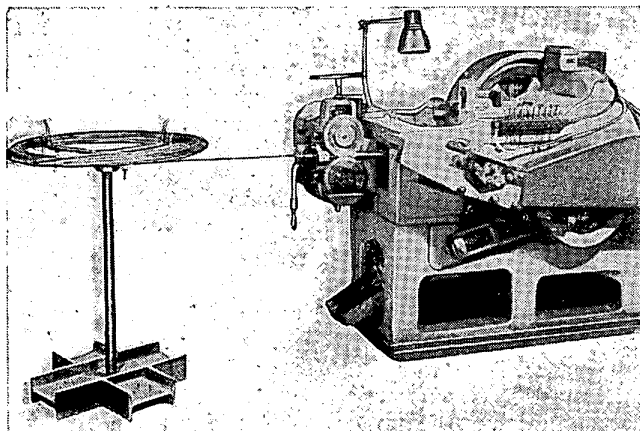
Диапазон изменения частоты . . .	18—24 <i>кГц</i>
Выходная мощность	100; 200; 300 <i>вт</i>
Напряжение источника постоянного подмагничивания	6 <i>в</i>
Ток постоянного подмагничивания	6 <i>а</i>
Питание от сети переменного тока	220 <i>в</i> , 50 <i>Гц</i>
Мощность, потребляемая от сети переменного тока	800 <i>вт</i>
Габаритные размеры	450×305×280 <i>мм</i>
Вес	28 <i>кг</i>

В ближайшее время Институт намеревается выпустить комплект вибраторов разных типов для работы совместно с генератором.



Холодная обработка мелких деталей давлением

П. Д. ЕРМОЛАЕВ



Высадочный автомат 52ВА.

Пластическое деформирование по сравнению с механической обработкой обеспечивает большую экономию металла и резкое снижение трудоемкости. С его помощью изготавливают заклепки и винты с различной формой головок, ручки переключателей, полупустотелые заклепки, резьбонакатные плашки, червяки и др. Однако в приборостроении этот прогрессивный метод обработки деталей применяется еще совершенно недостаточно. НИТИ разработана и внедряется технология высадки конических штифтов и холодной прокатки профильных заготовок, которая будет способствовать дальнейшему распространению этих прогрессивных методов изготовления массовых деталей.

Новая технология изготовления конических штифтов

Надежность штифтового соединения обуславливается геометрической точностью размеров и чистой поверхностью конусного отверстия и самого штифта.

На приборостроительных заводах конические штифты обычно обрабатываются резанием. Этот трудоемкий способ не всегда обеспечивает необходимую точность и высокое качество деталей. Поэтому их дополнительно калибруют, прокатывая между роликами. Такой технологический процесс малопроизводителен и, как правило, выполняется на резьбонакатном оборудовании.

На основе экспериментов НИТИ разработал более производительный и экономичный процесс серийного изготовления конических штифтов диаметром 1,5—3 мм (ГОСТ 3129—46) — методом холодной высадки, а также сконструировал необходимую оснастку и составил инструкцию по ее настройке и

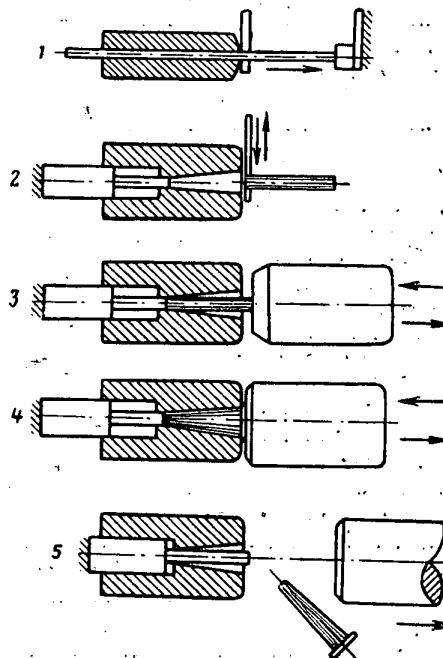
эксплуатации, проверке штифтов и высадочных матриц.

Материалом для штифтов служит проволока из углеродистых сталей У7 и У8, имеющая 3-й класс точности по сортаменту ГОСТ 2589—44 и химический состав согласно ГОСТ 1435—52. Волнистость и перегибы проволоки не допускаются. Она должна свободно входить в отрезную втулку при зазоре 0,02—0,03 мм.

Технологический процесс изготовления штифтов включает следующие операции: высадку заготовки, обработку торцовых поверхностей, калибровку конусной части и контроль геометрических размеров.

Операция холодной высадки основана на принципе перераспределения материала заготовки в соответствии с формой рабочей части матрицы. Последовательность переходов высадки приведена на фиг. 1.

Высаженные детали имеют припуск по длине для последующей подрезки торцов и обтачивания фасок на токарном станке.

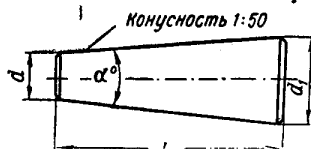


Фиг. 1. Схема высадки конических штифтов.

1—подача материала до упора; 2—перенос заготовки к матрице; 3—удар предварительным пуансоном; 4—удар вторым пуансоном; 5—выталкивание штифта из матрицы.

Калибровка — самая ответственная операция технологического процесса — применяется при изготовлении особо точных штифтов.

Контроль штифтов заключается в измерении угла конуса α , наименьшего d и наибольшего d_1 диаметров, длины конуса l и прямолинейности образующей (фиг. 2). Используемые для контроля универсальные средства, хотя и дают достаточную точность, но весьма трудоемки и малопроизводительны. В цеховых условиях детали проверяют также с помощью плоского конусного шаблона на просвет, но этот способ не позволяет установить численную величину



Фиг. 2. Эскиз конического штифта.

$$d_1 = d + \frac{l}{50}$$

погрешности угла конуса и прямолинейности образующей.

При серийном изготовлении конических штифтов высадкой возникла необходимость разработать такой способ проверки, который обеспечил бы наряду с высокой производительностью труда заданную точность измерения. Этим требованиям удовлетворяет прибор, сконструированный НИИ ГК СМ СССР по судостроению. Настроив его по образцу штифта, измеряют диаметры и конусность деталей.

Для высадки конических штифтов применяют автомат 52ВА (см. фигуру в начале статьи).

Техническая характеристика автомата

Наибольший диаметр штифта, высаживаемого из стали	3 мм
Наибольший диаметр штифта, высаживаемого из дуралюмина	5 .
Наибольшая длина высаживаемого штифта	35 .
Производительность (при изготовлении штифтов)	76 шт/мин
Число оборотов главного коленчатого вала в минуту	152
Электродвигатель	1,8 квт, 950 об/мин
Габаритные размеры	1500×1000×1100 мм

Автомат 52ВА позволяет высаживать детали из проволоки за два удара — предварительный и окончательный (см. фиг. 1). Проволока подается вращающимися роликами через отрезную втулку и отверстие ножа до упора (положение 1). После отрезки она переносится с помощью ножа и прижимной лапки до отверстия матрицы (положение 2). Предварительный пуансон вталкивает материал в матрицу до упора и устанавливает его строго горизонтально. Нож занимает исходную позицию, давая возможность предварительному пуансону подойти к матрице (положение 3). По окончании работы предварительного пуансона его положение занимает второй пуансон, который окончательно высаживает конусную часть детали (положение 4). При обратном его движении штифт выталкивается из матрицы (положение 5).

Одновременно с работой пуансонов происходит подача материала, отрезка и подача его к матрице.

Полный цикл изготовления штифта составляет 0,8 сек. (76 шт. в минуту), поэтому автомат должен быть тщательно настроен и инструмент надежно закреплен.

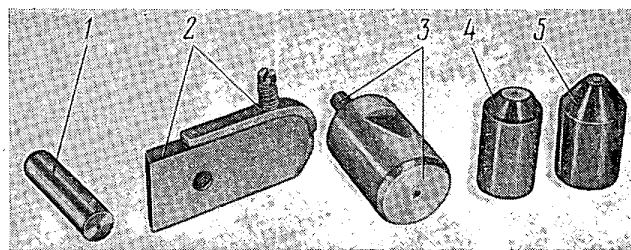
Высадочный инструмент (фиг. 3) на автомате 52ВА состоит из роликов с направляющей втулкой и трубкой (на фигуре не показаны), отрезной втулки 1, отрезного ножа с прижимной лапкой 2, высадочной матрицы с упором-выталкивателем 3, предварительного пуансона 4, второго пуансона 5.

Подающие ролики выполняются с одним или двумя ручьями, с радиусом на 0,02—0,03 мм больше радиуса высаживаемой проволоки. Материалом для них служит отбеленный чугун или сталь с твердостью $R_c=54\div56$.

Нож с прижимной лапкой-пружиной предназначен для отрезки заготовки и переноса ее к матрице. Радиус рабочей части ножа берется равным половине максимального диаметра высаживаемой проволоки и выполняется с допуском 0,03—0,05 мм. Для ножей используют стали У10 и У12. Твердость их после термообработки должна быть $R_c=58\div62$. Прижимные лапки-пружины изготовляют из сталей У8 и У6 твердостью $R_c=44\div46$.

Отрезная втулка имеет отверстие, диаметр которого равен наибольшему диаметру проволоки, с допуском не более 0,05 мм на диаметр 5 мм. Во избежание выкрашивания режущую часть ее после шлифования слегка притупляют наждачной бумагой. Изготавливают втулки из сталей У8 и У10 твердостью $R_c=56\div58$.

Для холодной высадки штифтов применяются цельные матрицы. Они изнашиваются быстрее других инструментов, так как воспринимают радиаль-



Фиг. 3. Высадочный инструмент для конических штифтов.

1—отрезная втулка; 2—нож с прижимной лапкой; 3—высадочная матрица с упором-выталкивателем; 4—предварительный пуансон; 5—второй пуансон.

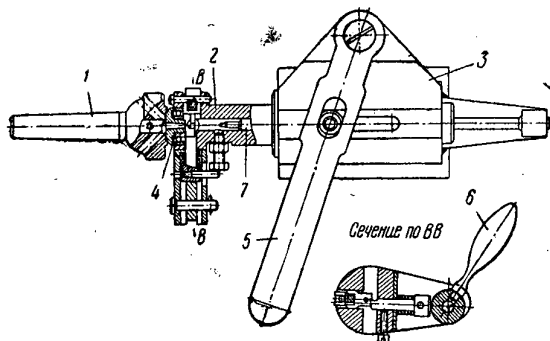
ные усилия и осевые удары и имеют более ограниченный припуск на износ конусного отверстия. Матрица должна быть выполнена с таким расчетом, чтобы ось этого отверстия была прямолинейна и концентрична наружной цилиндрической поверхности и перпендикулярна торцам матрицы. Чистота обработки рабочей поверхности должна быть не ниже $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$. Материалом для матриц служат стали Х12Ф1 и Х12Ф, закаливаемые до твердости $R_c=59\div63$.

по 3-му классу точности. Длина заготовки по экспериментальным данным

$$l_{\text{шт}} = h_{\text{шт}} + (4 \div 5) \text{ мм},$$

где $h_{\text{шт}}$ — общая длина штифта в мм.

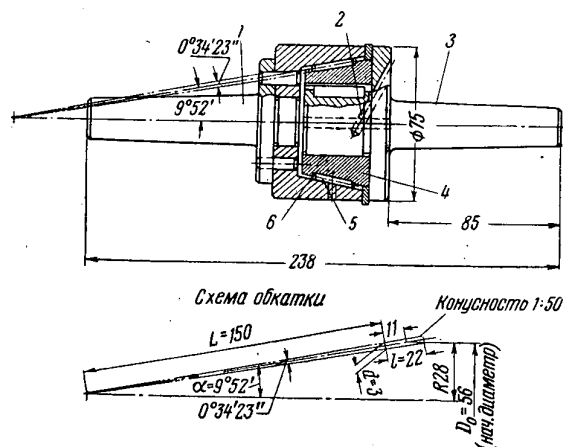
Для штифтов диаметрами 1,5 и 2 мм, при соответствующей номинальной длине, берется припуск 4 мм, а диаметром 3 мм — 5 мм.



Фиг. 6. Приспособление для обработки торцовых поверхностей штифтов.

1, 2—оправки; 3—корпус; 4—сменная обойма; 5—рычаг; 6—рукоятка; 7—выталкиватель.

Приспособление* для обработки торцовых поверхностей конических штифтов диаметром 1—3 мм показано на фиг. 6. Оно рассчитано для применения на токарном станке



Фиг. 7. Приспособление для калибровки конических штифтов.

1, 3—оправки; 2—отверстие; 4—калибровочное кольцо; 5—штифт; 6—сепаратор.

с высотой центров 75 мм. За одну установку штифта подрезают оба торца и одновременно снимают фаски.

Торцовые плоскости обрабатываются фасонными резцами, один из которых закреплен в оправке 1, а другой — в механизме с эксцентриком (см. сечение по ВВ).

Приспособление работает следующим образом. Оправка 1 непрерывно вращается в передней бабке станка. Обрабатываемый штифт вручную устанавли-

вают в обойме 4 (эта обойма сменная и зависит от размера детали), после чего оправка 2 при помощи рычага 5 сближается с оправкой 1 и выполняются подрезка и снятие фаски у штифта со стороны большого диаметра.

При соприкосновении обоймы с вращающейся оправкой 1 происходит постепенная радиальная подача до упора другого резца (рукояткой 6); при этом обойма за счет трения поверхности конусной части начинает вращаться, что позволяет обработать торец со стороны малого конца штифта.

По окончании операции рукоятка 6 отводится в исходное положение, а рычаг 5 — вправо; благодаря этому выталкиватель 7 выбивает штифт.

Приспособление* для калибровки конических штифтов методом обкатки показано на фиг. 7. Его устанавливают на токарном станке с высотой центров 160—180 мм. На этом приспособлении можно одновременно обкатывать партию штифтов (до 12 шт., в зависимости от их размеров).

Штифты 5, подлежащие калибровке, устанавливают сепаратором 6 в пазу внутреннего съемного калибровочного кольца 4. После этого кольцо насаживается на оправку 3, которая маховиком пиноли задней бабки подается к калибровочной конусной части оправки 1 (в передней бабке). По окончании обкатки оправка 3 отводится в исходное положение. В процессе обкатки штифтов обильно подается масло через отверстие 2.

Технология холодной высадки конических штифтов (см. карту) позволяет значительно снизить трудоемкость их изготовления по сравнению с обтачиванием и последующей обкаткой гладкими роликами. Кроме того, при этом методе не требуются токарные автоматы, револьверные и другие станки, а также резьбокатные станки с круглыми роликами (для обкатки штифтов), которые могут быть использованы по прямому их назначению.

Холодная прокатка профильных заготовок роликами

Точность размеров и чистота поверхности деталей, полученных этим методом, позволяют применить холодную обработку давлением не только для заготовительных, но и для чистовых операций.

Холодная прокатка роликами выполняется на 10-тонном протяжном стане, оборудованном специальным приспособлением (фиг. 8).

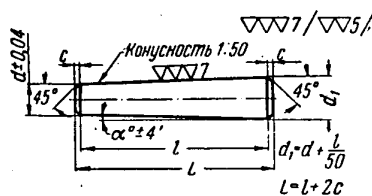
Основной частью приспособления являются два фасонных ролика 1 и 2, профиль которых соответствует форме поперечного сечения детали. Нижний ролик установлен в неподвижном корпусе 3, верхний — в ползуне 4. Увеличивая или уменьшая расстояние между ними (с помощью винта), регулируют степень обжатия металла. Заготовка (на заводе используются отходы прутков, остающиеся при изготовлении деталей на револьверных станках и автоматах) закрепляется в патроне протяжного станка.

Усилия, требуемые для холодной прокатки, значительно меньше, чем при волочении, и легко поддаются регулированию. Они зависят от материала за-

* Проходит экспериментальную проверку.

ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ ШТИФТОВ РАЗМЕРАМИ 1,5×10; 2×12 и 3×18 мм МЕТОДОМ ХОЛОДНОЙ ВЫСАДКИ

Основные размеры штифтов в мм по ГОСТ 3129—46



Диаметр штифтов d		1,5	2	3
фаска С		0,3	0,4	0,5
Длина штифта l	Номинальная	Применяемые длины		
	Доп. отклон.			
	10	+0,36	×	
	12	+0,43		×

Материал—проволока диаметром 1,5; 2 и 3 мм

Материал—сталь У8 по химическому составу ГОСТ 1435—52; по сортаменту ГОСТ 2589—44.

№ операции	Операции и переходы	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент			Размеры после обработки				
					вспомогательный	режущий	измерительный					
I	Подготовка к высадке: 1) зачистить конец проволоки; 2) смазать проволоку машинным маслом		Высачный пресс-автомат 52BA	1. Мотовило; 2. Ролики 3. Втулка направляющая 4. Трубка направляющая	Ключи гаечные	1. Напильник 2. Втулка отрезная 3. Нож обрезной 4. Пуансоны предварительный и окончательный 5. Матрица 6. Упор-выталкиватель	1. Штангенциркуль 0—125 мм 2. Микрометр 0—25 3. Шаблон на конус					
								Диаметр проволоки d	Длина проволоки l	Размеры штифтов		a
II	Высадка: 1) подать проволоку до упора; 2) отрезать проволоку d×l; 3) высадить предварительную заготовку; 4) высадить окончательную заготовку; 5) контроль (10% от партии)							d±0,03	l±0,1	d±0,04	(l±2c)	
								1,5	14	1,52	12	1
III	Подрезка: 1) установить детали; 2) подрезать торцы и снять фаски; 3) контроль		Токарный доделочный станок Т-01	Специальное	—	Специальные резцы	1. Штангенциркуль 0—125 мм 2. Микрометр 0—25					
								10±0,36	0,3	1,52	1,72	
IV	Калибровка: 1) установить детали; 2) калибровать коническую поверхность штифта		Токарный станок	Специальное	—		Микрометр 0—25					
								12±0,43	0,4	2,02	2,26	
V	Контроль							18±0,43	0,5	3,02	3,38	

готовки, периметра и формы поперечного сечения заготовки. Так, при периметре поперечного сечения 12—30 мм для прокатки заготовок из сталей 20 и 45, сплава Д1 и латуни ЛС59 за один-три прохода необходимо усилие 600—2000 кг.

При выборе формы и величины поперечного сечения заготовки для холодной прокатки следует учитывать не только профиль и площадь поперечного сечения деталей, но и длину хода ползуна протяжного станка.






Размеры диаметра прутка или ширины полосы нужно подбирать опытным путем, так как при прокатке материала удлинение составляет 30—50%, в зависимости от профиля детали, а изменение ширины — незначительно (1—1,5 мм).

В случае прокатки заготовки на квадратный профиль $D_{\text{кат}}=1,41 S$; на шестигранный профиль — $D_{\text{кат}}=1,15 S$; на прямоугольный — $D_{\text{кат}}=\sqrt{a^2+b^2}$, где a и b — размеры прямоугольника, S — сечение деталей.

Для деталей, форма поперечного сечения которых показана в табл. 3, относительное обжатие должно составлять 20—35%, но при данной конструкции

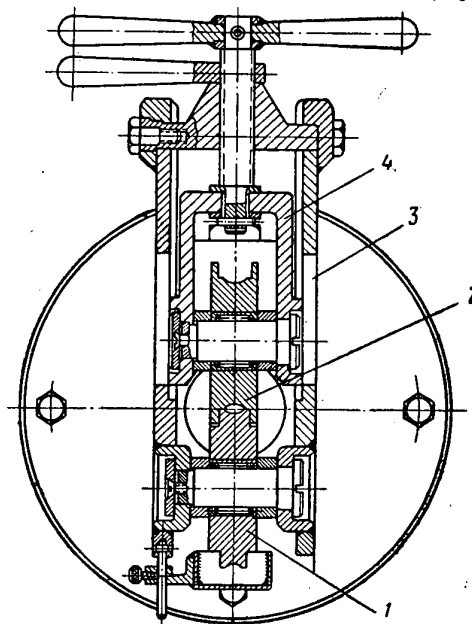
готовки круглого сечения, так как в этом случае лучше происходит обжатие металла и его центрирование между роликами. Помимо этого, упрощается

Таблица 3
Заготовки деталей и расход материала по старой и новой технологии

Форма поперечного сечения деталей	Вес детали в г	Вес заготовки в г	
		при механической обработке	при холодной прокатке
	7	21	6
	1	17	1,1
	12	48	15
	21	47	22
	5	25	7

приспособления усилия при прокатке не должны превышать 2000 кг (показание манометра протяжного станка). Поэтому целесообразнее применять за-

подбор необходимого размера материала и его подготовка. Из этой же таблицы видна экономия в расходе материала при прокатке по сравнению с механической обработкой.

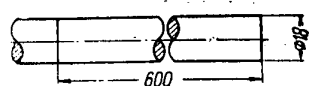
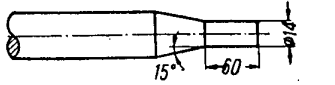
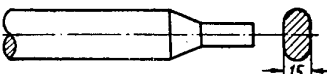
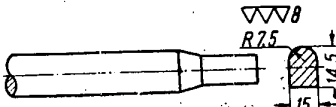


Фиг. 8. Приспособление для холодной прокатки роликами.

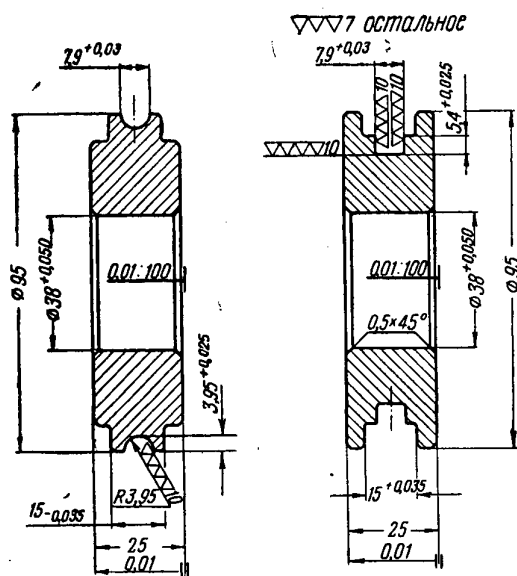
1, 2—ролики; 3—неподвижный корпус; 4—ползун.

Процесс получения профильной заготовки для детали „бобышка“

Таблица 4

Операция	Станок	Приспособление	Инструмент	Операционный эскиз
Заготовительная — отрубить прутки 18×600 мм	Пресс	—	Штамп отрубной	
Токарная — обточить прутки с одного конца 14×60 мм	Токарный	Патрон	Резец проходной	
Предварительная прокатка профиля — прокатать прутки на толщину 15 и длину 540 мм	Протяжной	Специальное	Комплект гладких роликов	
Окончательная прокатка профиля — прокатать профиль детали до размера по чертежу	Протяжной	Специальное (см. фиг. 9)	Комплект профильных роликов	

Ролики (фиг. 9) самоустанавливаются в приспособлении благодаря тому, что один из них имеет глубокую канавку, а другой — соответствующий ей выступ. Они изготавливаются из сталей Х12Ф, Х12Ф1 или ХВГ с твердостью $R_c=57 \div 60$. Рабочий профиль



Фиг. 9. Типовая конструкция профильных роликов для детали «ушко».

роликов выполняется в пределах 2—3-го классов точности с чистотой обработки поверхности $\nabla \nabla \nabla \nabla 10$.

Перед прокаткой стальных прутков (из горячекатаного материала) окалину удаляют травлением в ванне с 10—15%-ным раствором серной кислоты при 20—25°С в течение 100—120 мин. После этого прутки нейтрализуют в 10%-ном растворе щелочи.

Место входа прутка между роликами необходимо обильно смазывать отработанным машинным или веретенным маслом.

В табл. 4 для примера приведен процесс получения профильной заготовки детали «бобышка».

Исходный прокатанный материал нужно обязательно резать вдоль волокон, иначе снизится прочность деталей.

После прокатки роликами заготовки были испытаны на прочность (табл. 5).

Таблица 5

Результаты испытания образцов на разрыв

Материал	Форма образца	Площадь поперечного сечения в мм ²	Разрывное усилие в кг	Предел прочности в кг/мм ²	Примечание
Сплав Д1		22	350	15,9	—
Бронза ЛС59		80	3540	44,2	—
Сталь 25		80	3670	45,8	—
		27	1380	50,0	—
Сплав Д1		67	2750	41	После прокатки
		109	3126	28,6	В исходном состоянии

На основании результатов испытаний можно сделать следующие выводы:

1. Прочность заготовок после прокатки повышается на 10—25% по сравнению с прочностью материала в исходном состоянии.

2. Детали, несущие нагрузку, могут изготавливаться из более легких материалов.

Внедрение процесса холодной прокатки обеспечит снижение трудоемкости изготовления деталей и сокращение расхода металла в три-пять раз.

Точность продольных размеров деталей при обработке их на агрегатно-расточных станках

Канд. техн. наук П. А. КОРАБЛЕВ

При обработке деталей на агрегатно-расточных станках по продольным размерам можно применять три технологические схемы *:

* П. А. Кораблев. О некоторых особенностях обработки на агрегатно-расточных станках в приборостроении. Труды МАТИ. Сб. 22. Оборонгиз, 1954.

3-я схема — двусторонняя обработка детали с использованием двух упоров при подаче инструмента или детали вдоль оси вращения инструмента.

В настоящее время широко применяются упрощенные агрегатно-расточные головки*. По спо-

тельно небольшие размеры, что позволяет уменьшить габариты станка (до $1200 \times 700 \times 1100$ мм), улучшить компоновку силовых головок и пр.

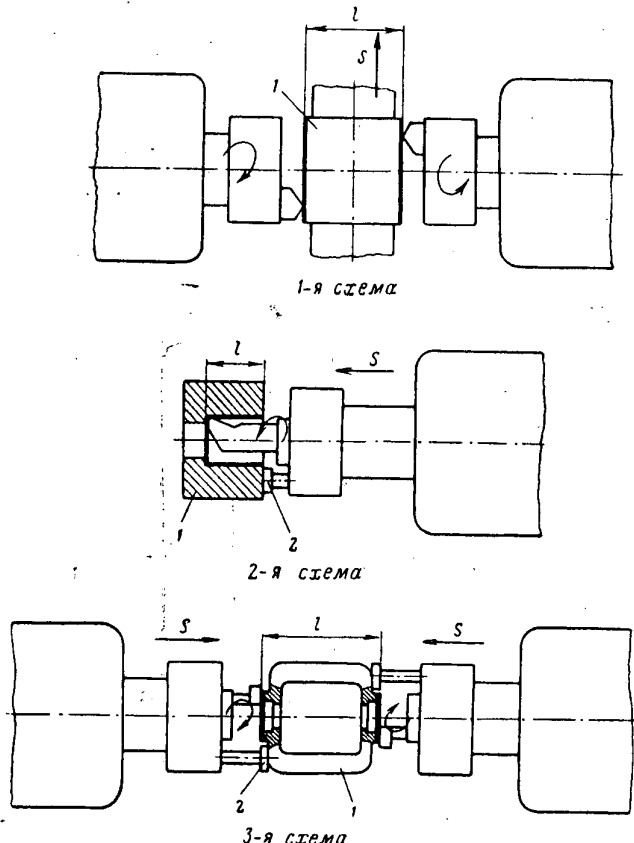
Экспериментальные исследования, проведенные на производстве, показали, что при существующих условиях обработки на агрегатно-расточных станках точность продольных размеров деталей соответствует 4—5-му классам. При этом средняя точность их при обработке по 1-й технологической схеме соответствует 4-му классу, а при обработке по 3-й технологической схеме — 5-му классу.

Основными технологическими факторами, определяющими точность продольных размеров деталей, являются жесткость в осевом направлении шпиндельного узла силовой головки, жесткость системы упоров и тепловые деформации шпиндельного узла.

Для упрощенных силовых головок жесткость шпиндельного узла является стабильным фактором, поэтому в статье анализируются только жесткость системы упоров и тепловые деформации шпиндельного узла.

При ручной подаче сила прижатия упоров регулируется самим рабочим и во многом зависит от его квалификации. Неравномерность силы прижатия вызывает непостоянство положения пиноли (шпинделя) силовой головки в конце обработки, что обуславливает дополнительное рассеивание продольных размеров деталей.

Системы упоров, используемые на агрегатно-расточных станках, отличаются большим многообразием (фиг. 3). Для определения количественных характеристик рассеивания продольных размеров, обусловленного неравномерностью силы прижатия упо-



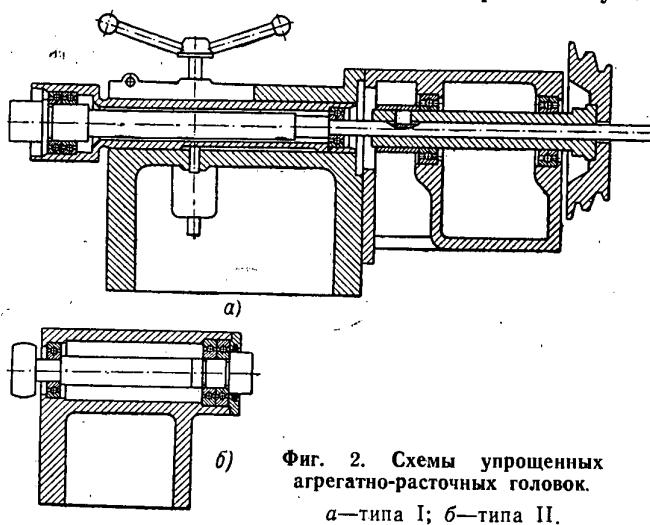
Фиг. 1. Три технологические схемы обработки деталей на агрегатно-расточных станках.

1—деталь; 2—упор. l —продольный размер; s —направление подачи.

соду подачи их можно разделить на два типа: тип I — головки, у которых шпиндель имеет вращательное движение и осевое перемещение (фиг. 2, а); тип II — головки, у которых шпиндель имеет только вращательное движение (фиг. 2, б). Головками типа I обрабатывают детали по 2-й и 3-й технологическим схемам, головками типа II — по 1-й схеме.

Агрегатные головки типа I имеют ручную подачу, осуществляемую перемещением реечной пиноли посредством рукоятки подачи, на оси которой установлено зубчатое колесо. Широкое распространение агрегатных станков, оснащенных такими головками, обусловлено простотой кинематики и конструкции последних. Головки с ручной подачей имеют относи-

* В. А. Казаков. Применение агрегатных станков в приборостроении. Прогрессивная технология приборостроения. Сб. 1, Машгиз, 1951.



Фиг. 2. Схемы упрощенных агрегатно-расточных головок.
а—типа I; б—типа II.

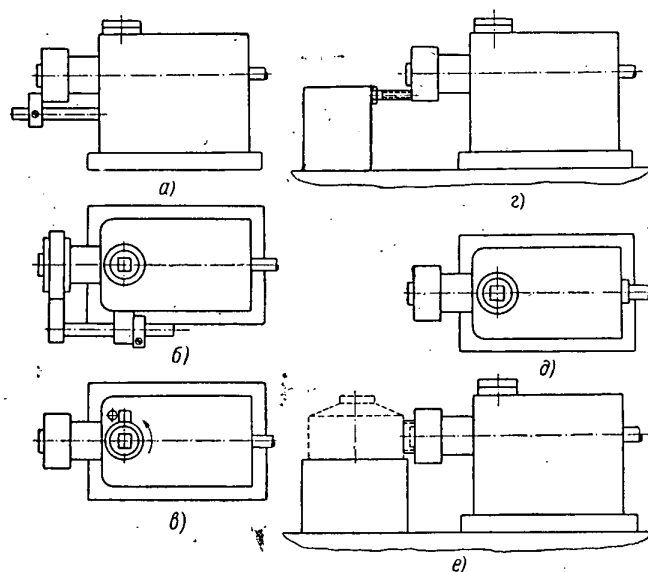
ров, были проведены эксперименты по различным системам упоров. Пиноль (шпиндель) силовой головки перемещали вручную с усилиями, обычными для этой работы ($P=6-10$ кг). Осевое смещение определялось индикатором с ценой деления 2 мк. В результате измерений установлено, что осевое смещение пиноли колеблется в пределах 12—55 мк. Поэтому величина поля рассеивания продольных размеров деталей, обусловленная данным фактором,

также будет 12—55 мк. При использовании 3-й технологической схемы (обработка с двух сторон детали) величина поля рассеивания размеров деталей, определенная квадратичным суммированием, увеличивается до 17—78 мк.

Осевое смещение шпинделя определяется в основном деформациями в системе упоров станка. Величина деформаций зависит от числа контактирующих поверхностей, их твердости, чистоты обработки, площади соприкосновения и др. Наиболее значительное влияние на нее оказывает число контактирующих поверхностей. Например, при трех парах контактирующих поверхностей поле рассеивания осевого смещения пиноли станка равно 54; 48 и 45,3 мк; при двух парах—25,1 и 23,7 мк, т. е. уменьшилось вдвое. В станке, где количество контактирующих поверхностей в системе упоров сведено к одной паре, осевое смещение пиноли составляет всего 11,7 мк.

Для повышения точности продольных размеров следует уменьшить неравномерность силы прижатия упоров. С этой целью надо повысить жесткость упоров и регламентировать силу их прижатия.

Повысить жесткость упоров можно за счет уменьшения числа контактирующих поверхностей, повышения твердости и чистоты их обработки, устранения перекосов. Наименьшее число контактирующих поверхностей имеют силовые головки с нижними, задними и вращающимися упорами. Силовые голов-



Фиг. 3. Схемы силовых головок с упорами.

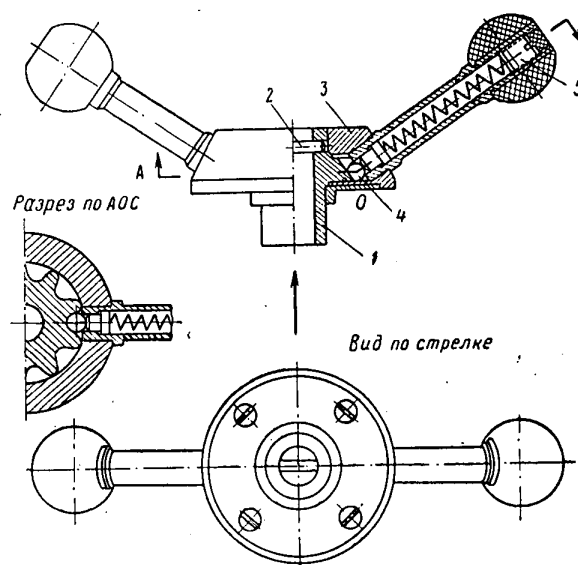
а—нижним; б—боковым; в—вращающимся; г—в приспособление; д—задним и е—в обрабатываемую деталь.

ки с задними упорами позволяют также передавать осевую нагрузку на шпиндель, не вызывающую перекоса пиноли. Перекосы контактирующих поверхностей в головках с боковыми упорами устраняются при установке упоров с двух сторон пиноли.

Регламентировать силы прижатия упоров можно путем использования тарированных рукояток подачи.

Аналогичный эффект достигается при замене ручной подачи шпинделя автоматической.

По предложению автора на одном из приборных заводов были сконструированы и изготовлены тарированные рукоятки подачи, изображенные на фиг. 4. Звездочка 1 через штифт 2 жестко связана с зубча-



Фиг. 4. Тарированная рукоятка подачи.

1—звездочка; 2—штифт; 3—корпус; 4—шарик; 5—винт.

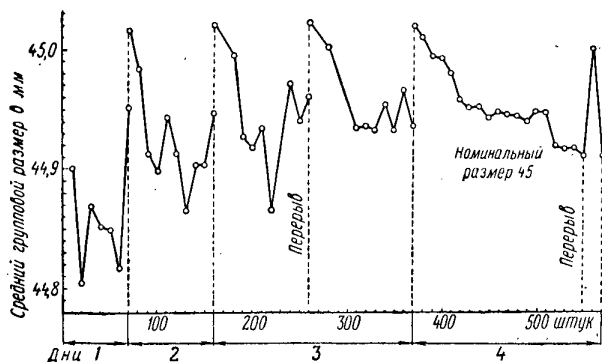
тым валиком рукоятки подачи головки. Корпус 3 сцепляется со звездочкой 1 посредством шарика 4, который удерживается в ее пазу пружиной. Когда сила, с которой прижимаются упоры (усилие на рукоятку), превышает усилие пружины, рукоятка проворачивается и шарик попадает в следующий паз звездочки. Тарирование рукоятки (изменение осевой силы пружины) производится винтом 5. Применение таких рукояток подачи позволяет уменьшить осевое смещение пиноли до 7—8,5 мк.

Точность продольных размеров деталей при обработке их на упрощенных агрегатных станках в значительной степени зависит и от величины тепловых деформаций шпиндельных узлов станков в осевом направлении.

Анализ схем расположения упоров на агрегатно-расточных станках (см. фиг. 3) показывает, что подвижные упоры почти во всех схемах (кроме фиг. 3, д) связаны с пинолью силовой головки, а режущий инструмент — со шпинделем станка. В процессе работы шпиндель и пиноль нагреваются и деформируются в осевом направлении, причем деформации шпинделя больше, чем пиноли. Это приводит к постепенному уменьшению продольных размеров обрабатываемых деталей с момента пуска станка в работу.

Погрешности обработки, обусловленные тепловыми деформациями шпиндельного узла, определялись путем построения и анализа соответствующих точечных диаграмм (фиг. 5). При двусторонней обработке они достигают 60—130 мк. Тепловое равновесие

наступает после 1—1,5 час. работы (50—60 деталей). Таким образом, тепловые деформации шпиндельного узла силовых головок являются одним из основных факторов, влияющих на точность продольных размеров деталей.



Фиг. 5. Погрешности обработки, обусловленные тепловыми деформациями шпиндельного узла.

Частичная или полная компенсация тепловых деформаций шпиндельного узла может быть достигнута:

1. Созданием условий обработки, соответствующих условиям при тепловом равновесии шпиндельного узла. В этом случае до обработки деталей следует прогреть станок на холостом ходу. Время прогрева устанавливают опытным путем. При осуществлении точных операций надо обеспечить минимальные перерывы в работе станка, соблюдать определенный ритм работы и пр. Выполнение этого мероприятия связано с непроизводительными затратами энергии, по-

этому прибегать к нему рекомендуется лишь в исключительных случаях.

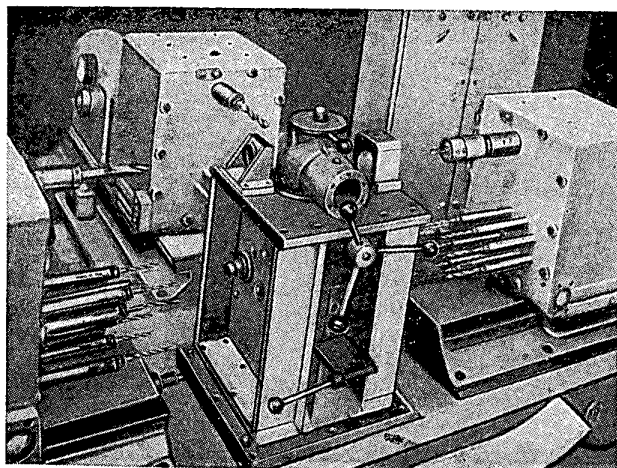
2. Использованием тарированных прокладок. Их устанавливают в определенной последовательности между подвижным и неподвижным упорами с момента пуска станка в работу. Для этой цели из точечных диаграмм нужно определить зависимость погрешности обработки от времени работы станка.

3. Использованием определенных упоров. Так, силовые головки с задним упором (см. фиг. 3, д) на 70—80% компенсируют тепловые деформации шпиндельного узла. Этот упор закрепляется на конце шпинделя. При работе станка передний конец шпинделя вследствие нагрева перемещается к детали, а конец переходной втулки, расположенной на двух подшипниках, в обратном направлении. Вследствие того, что упор упирается в задний торец переходной втулки, происходит взаимная компенсация тепловых деформаций шпиндельного узла. Этот способ является наиболее простым и совершенным.

Теоретические и экспериментальные исследования позволяют сделать вывод, что суммарное снижение погрешностей обработки от проведения перечисленных мероприятий при обработке деталей по 1-й технологической схеме составляет 50—120 мк (за счет компенсации тепловых деформаций); средняя точность обработки по продольным размерам повышается до 3а—3 класса. Суммарное снижение погрешностей при обработке деталей по 3-й технологической схеме составляет 60—160 мк (за счет компенсации тепловых деформаций и уменьшения поля рассеивания осевого смещения пиноли); средняя точность продольных размеров повышается до 4—3а класса.

Компоновки агрегатных станков для производства деталей приборов

Я. В. ЛИБОВ



Трехсторонний агрегатный станок с двухэтажным приспособлением для крепления деталей.

Агрегатные станки в сравнении с универсальными обладают рядом преимуществ, значительно повышающих производительность и точность обработки. На них можно:

- а) выполнять различные технологические операции (сверление, фрезерование, растачивание, развертывание, нарезание резьбы и т. п.) за одну установку детали;
- б) обрабатывать детали с нескольких сторон;
- в) вести обработку многими инструментами одновременно, применяя многошпиндельные головки, комбинированные державки с инструментом и т. п.;
- г) совмещать время для установки детали с машинным временем, т. е. установку производить во время обработки другой детали;

- д) создавать полуавтоматический цикл работы.

Приборные заводы используют только три первых свойства агрегатных станков. Это объясняется тем, что применяемые отечественной авиаприборострои-

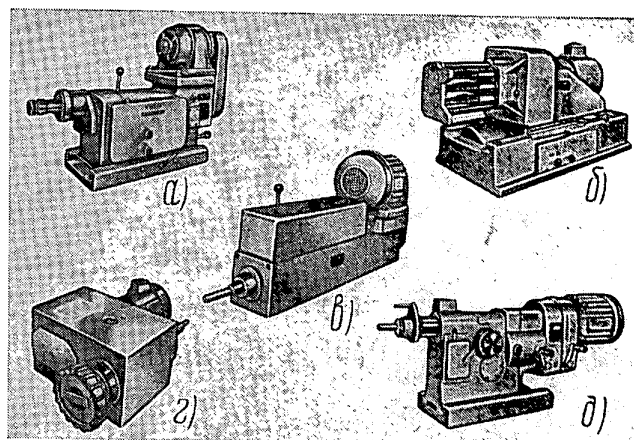
тельной промышленностью агрегатные станки сконструированы в основном из силовых головок (фиг. 1), имеющих только ручную подачу. Для перехода к автоматическому циклу работы и далее к автоматическим линиям необходимо прежде всего автоматизировать подачу режущего инструмента или детали в зависимости от компоновки станка.

Детали приборов имеют специфические особенности, накладывающие отпечаток на компоновку и требования, предъявляемые к агрегатным станкам, на которых они обрабатываются. Для анализа этих особенностей, а также получения исходных материалов для разработки типовых, наиболее ответственных технологических операций и методов агрегатной обработки литых деталей авиаприборов такие детали были систематизированы в соответствии с созданной классификационной таблицей (фиг. 2).

Они характеризуются:

а) малыми габаритными размерами (12% общего числа деталей имеет размеры до 50 мм, 60% — св. 51 до 120 мм и 27% — св. 121 до 200 мм);

б) высокой точностью размеров отверстий (2-й, а иногда и 1-й класс точности) и жесткими требованиями их взаимного расположения (несоосность противоположных отверстий должна находиться в пределах 0,01—0,02 мм). В процентном отношении указанные детали распределяются по классам точности



Фиг. 1. Силовые головки.

а—для сверления, зенкерования, торцевания, развертывания и т. д.; б—для многошпиндельного сверления, зенкерования, развертывания и т. д.; в—для растачивания; д—для фрезерования.

следующим образом: 1-й и 2-й классы — 57%, 3-й — 29%, 4-й—11%, 5-й—3%;

в) высокими требованиями к чистоте обработанной поверхности (6—9-й классы);

Подкласс Класс		1	2	3	4	5	6
		0 с одной стороны	б с двух сторон	б с трех сторон	ы с четырех сторон	е с пяти сторон	е со всех сторон
1	Платы	11	12	13			
2	Угольники	21	22	23			
3	Рамки открытые; полукольца	31	32	33	34	35	
4	Рамки закрытые; кольца	41	42	43	44	45	46
5	Крышки; корпусы открытые	51	52	53	54	55	56
6	Корпусы закрытые		62	63	64	65	66

Фиг. 2. Классификационная таблица литых деталей авиаприборов.

Жирной линией обведены наиболее употребительные подклассы.

г) малой жесткостью, обусловленной тонкостенностью и ажурностью отливок различной формы (фиг. 3,а);

д) применением для их изготовления в основном легких сплавов.

Кроме того, оси отверстий (или цапф), выполненных с высокой точностью в деталях приборов (особенно гироскопических), располагаются преимущественно во взаимно-перпендикулярных направле-

новки очередной детали с машинным временем и обеспечить полуавтоматический цикл работы.

3. Поскольку у большинства деталей обрабатываемые поверхности располагаются с четырех или двух противоположных сторон, то четырехсторонняя и особенно двусторонняя компоновки силовых головок являются типовыми; станки, скомпонованные по таким схемам, можно использовать для обработки почти всех деталей.

В настоящее время в приборостроении агрегатные станки применяют главным образом тогда, когда необходимо обеспечить высокую точность взаимного расположения обрабатываемых поверхностей или их размеров. Компоновка же станков для снижения трудоемкости какой-либо детали почти всегда зависит от программы только данной детали и в большинстве случаев не находит положительного решения.

Таким образом, для широкого внедрения агрегатных станков в приборостроении и повышения их экономической эффективности следует:

а) значительно повысить коэффициент загрузки станка путем увеличения количества изготавливаемых на нем деталей;

б) резко снизить стоимость изготовления станка.

Первое может быть достигнуто двумя способами:

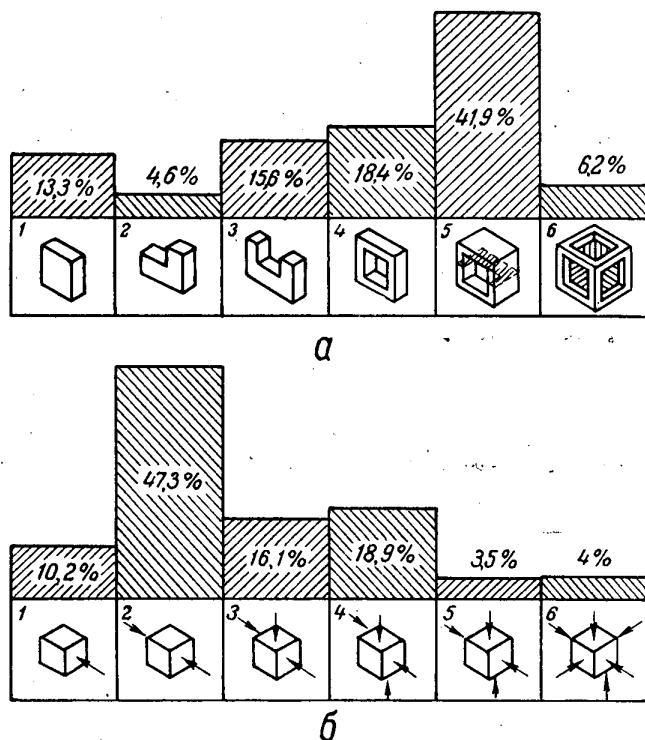
а) группированием деталей по одинаковым элементам, требующим идентичной обработки, и соответствующей типовой компоновкой станка для обработки нескольких деталей (последовательно или параллельно);

б) приданием станку конструктивных элементов, облегчающих быструю его переналадку.

Второе условие можно обеспечить, применяя рациональные компоновки станков с минимальным количеством узлов.

Компоновки силовых головок агрегатных станков можно свести к приведенным на фиг. 4.

Анализ их показывает, что на четырехстороннем агрегатном станке Р1 при неполном использовании всех установленных на нем силовых головок можно осуществлять операции, выполняемые также на станках О1, Д1, Р2 и Р3, а, применив поворотный делительный стол, — и работы, проводимые на станках О2, О3, О4 и Д2 (за исключением фрезерования на проход). Еще более универсальной является компоновка станка Д3 (двусторонняя трехрядная), которая в сочетании с поворотным делительным столом и поперечным суппортом дает возможность вести все работы, предназначенные для выполнения на станках, скомпонованных согласно фиг. 4. Однако, ввиду последовательного перемещения детали с одной позиции на другую, эта компоновка по производительности и точности взаимного расположения осей обработанных поверхностей уступает компоновке Р1. В этой последней, если деталь закреплена неподвижно, могут одновременно работать все головки, а их взаимная перпендикулярность создает условия для достижения наибольшей точности расположения пересекающихся осей, характерных для деталей гироскопических приборов (рамок и т.п.). Компоновка Р1 наиболее распространена на приборостроитель-



Фиг. 3. Диаграммы распределения литых деталей авиаприборов.

а—по классам; б—по подклассам.

ниях (фиг. 3,б). Так, например, детали, обрабатываемые с двух противоположных сторон, составляют 47,3%, а с четырех сторон — 18,9% общего числа деталей.

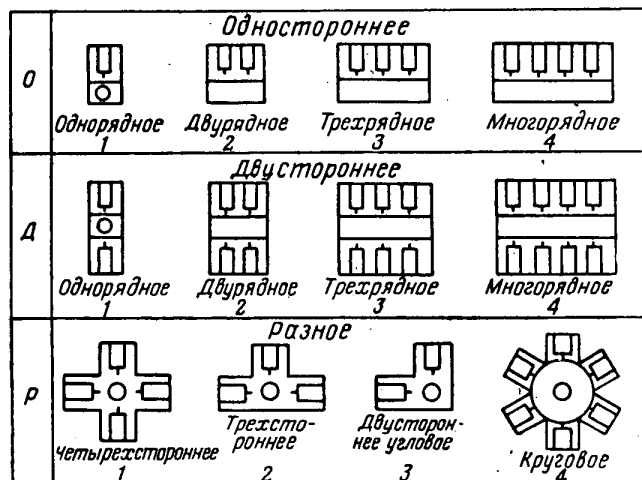
Из перечисленных, выше специфических особенностей литых деталей авиаприборов вытекают следующие, не зависящие от величины программы положения, общие для компонок и основных узлов агрегатных станков, предназначенных для обработки этих деталей.

1. При обработке тонкостенных ажурных деталей обеспечиваются более благоприятные условия, если главное движение придается инструменту. В этом случае деталь неподвижна и нужны меньшие усилия зажима в приспособлении; следовательно, опасность деформации детали уменьшается.

2. При обработке деталей, поверхности которых должны обладать высокой точностью и чистотой, следует применять прецизионные силовые головки с автоматической подачей, позволяющей, помимо повышения точности обработки, совместить время уста-

ных заводах. Так, на одном из заводов, где особенно широко применяются агрегатные станки, по схеме Р1 скомпоновано около 40% всех станков. Там же по схеме Д1 скомпоновано около 45% станков.

Компоновка станка по схеме Р4 с круговым расположением силовых головок предпочтительнее компоновки с расположением головок по рядам в связи с тем, что при установке детали в центре станины или поворотного стола можно использовать все преимущества агрегатных станков. Такая компоновка наиболее пригодна для обработки крупных деталей (особенно круглых). Но для приборостроения она не всегда приемлема. Дело в том, что из-за малых габаритных размеров приборных деталей (при



Фиг. 4. Типовые схемы расположения силовых головок при компоновке агрегатных станков, предназначенных для изготовления деталей приборов.

неподвижной установке их) средняя часть станины, к которой прикрепляются кронштейны, также должна быть небольших размеров (иначе нужно значительно увеличить ход головок или вылет инструмента). В результате вокруг нее удастся разместить ограниченное количество кронштейнов под силовые головки (не более четырех-шести).

Когда средняя часть имеет большие размеры и есть общий поворотный стол, деталь можно обрабатывать только с одной стороны, переходя с одной позиции на другую. Применение же автоматических поворотных приспособлений, установленных на вращающемся столе, значительно усложнит конструкцию станка.

Наиболее универсальна и перспективна компоновка станка по схеме Д4 (двусторонняя многорядная). При шаговой подаче детали, закрепленной в поворотном приспособлении, и автоматизации работы головок эта компоновка, по существу, будет представлять собой автоматическую линию.

Следует однако указать, что в мелкосерийном производстве в целях лучшего использования оборудования и производственных площадей можно допустить некоторую потерю производительности от последовательной обработки детали несколькими агрегатными головками.

Отметим также, что для гиросприборов особенно важно соблюдение допусков на соосность противолежащих отверстий; эти допуски задаются в несколько раз более жесткими, чем на пересечение взаимно-перпендикулярных осей отверстий. Поэтому конечную величину отклонения по соосности двух противолежащих отверстий будет определять точность взаимного расположения каждой пары силовых головок.

Рассмотрим пути рентабельного использования агрегатных станков в условиях мелкосерийного производства.

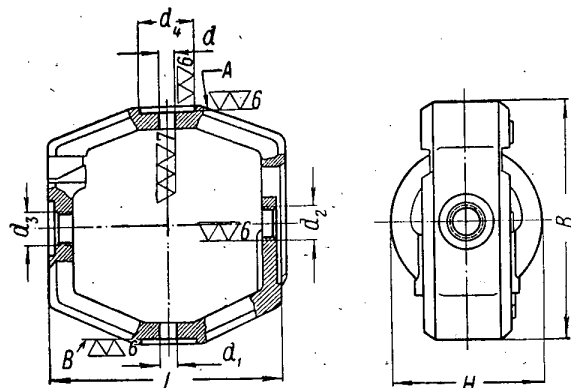
Увеличение загрузки агрегатных станков группированием деталей по элементам, требующим идентичной обработки, и компоновкой станков по типовым схемам. Каждому заводу присуща специализация по характеру выпускаемых приборов, номенклатура которых может меняться. При этом объем изготавливаемых партий изменяется в широких пределах, однако назначение и особенности приборов, выпускаемых каждым заводом, а иногда и группой заводов, чаще всего остаются неизменными. Так, например, одни заводы производят гиросприборы, другие — электроизмерительные приборы, третьи — приборы для радиолокации и т. д.

Если проанализировать конструктивно-технологические характеристики деталей приборов, то в результате специализации, которая в дальнейшем все больше и больше углубляется, у многих деталей можно обнаружить одинаковые элементы, требующие идентичной обработки. Такими элементами, например для заводов, выпускающих гиросприборы, будут места под шарикоподшипники в рамках (фиг. 5) и корпусах, а для радиолокационных заводов — фланцы узлов волноводов и т. д. Сгруппировав таким образом детали, можно скомпоновать агрегатный станок для обработки уже не какой-либо одной детали, а группы деталей. При этом коэффициент загрузки значительно повысится и появится возможность создать экономичный типовой станок. Таким станком, например для обработки рамок гироскопа, является четырехсторонний агрегатный станок А44-02, скомпонованный по схеме Р1.

Как видно из фиг. 6, на этом станке можно выполнять сверление, растачивание, торцевание и нарезание резьбы за одну установку детали; вести многостороннюю обработку; применяя многошпиндельную головку, выполнять обработку многими инструментами и, наконец, благодаря наличию гидравлики получать полуавтоматический цикл работы, когда нажатием кнопки обеспечивается пуск всех головок (одновременный или в определенной последовательности).

На станке для обработки фланцев волноводов проводятся фрезерование, сверление, растачивание и торцевание за одну установку детали; выполняется многошпиндельное сверление четырех отверстий. Если заменить салазки и суппорт с ручной подачей салазками и суппортом с гидравлической или другой автоматической подачей, можно обеспечить полуавтоматический цикл работы.

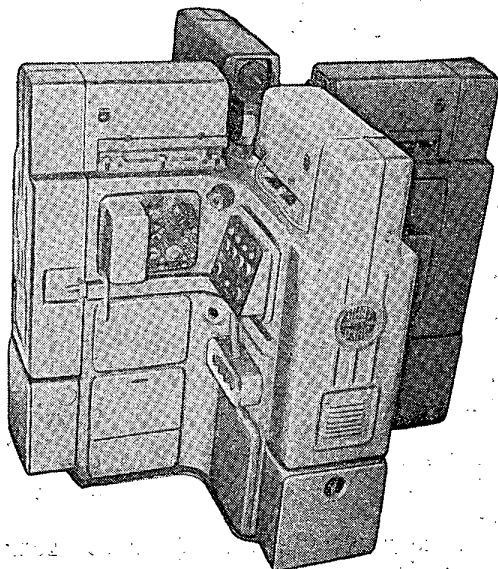
Примеров группирования деталей по элементам, требующим идентичной обработки, а также компоновки для них агрегатных станков можно привести



Фиг. 5. Рамка гироскопа.

Материал	Вид заготовки	Размеры в мм				
		L	B	H	$\frac{d}{d_1}$ (A)	$\frac{d_2}{d_3}$ (A ₃) $\frac{d_4}{d_1}$ (A ₄)
Алюминиевый сплав	Отливка, полученная литьем под давлением	50—180	30—50	4—12	10—20	

1. Биение торцов A и B при проверке на оправке в центрах не более 0,02 мм.
2. Отклонение от соосности отверстий:
 d и d_1 в пределах 0,01—0,02 мм;
 d_2 и d_3 в пределах 0,02—0,05 мм.
3. Отклонение от перпендикулярности и пересечения оси I—I к оси II—II в пределах 0,02—0,05 мм.
4. Овальность и конусность отверстий d и d_1 в пределах половины допуска.

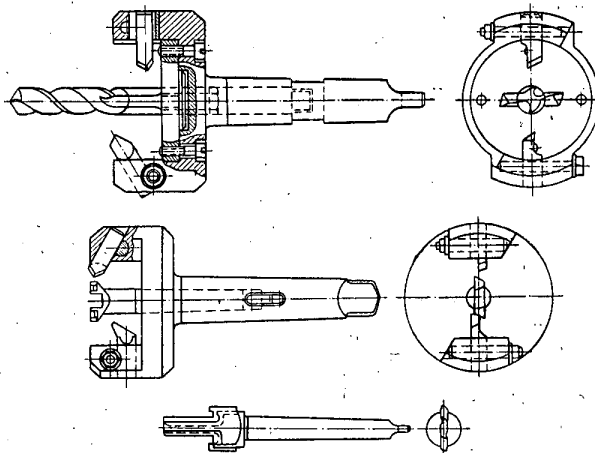


Фиг. 6. Станок А44-02 для обработки деталей приборов типа рамок гироскопов.

много. Если посмотреть под таким углом зрения номенклатуру изготавливаемых на заводе деталей приборов, то легко убедиться в целесообразности

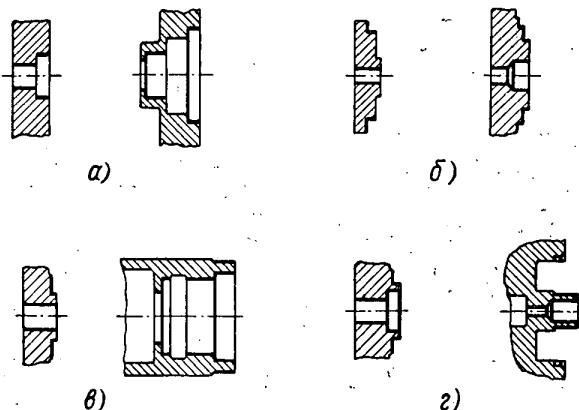
компоновки для этих деталей типовых агрегатных станков.

Необходимо отметить, что группировать детали указанным выше способом можно не только в пределах одного класса (т. е. одинаковой конфигурации), но и с деталями других классов, так как комбинируемыми инструментами (фиг. 7) обрабатываются отдельные поверхности детали. В качестве



Фиг. 7. Конструкции комбинированного инструмента.

примера можно привести наиболее часто встречающиеся поверхности, обрабатываемые сверлением и зенкерованием, растачиванием и торцеванием, сверлением и растачиванием (фиг. 8). В авиационной

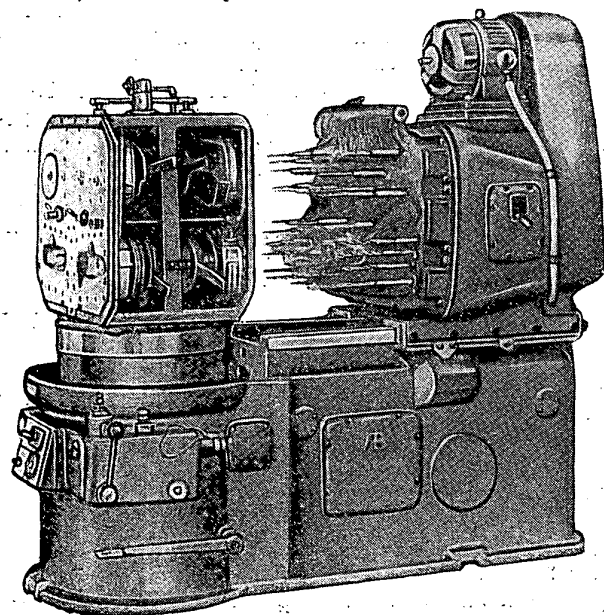


Фиг. 8. Элементы деталей, обрабатываемые комбинированным инструментом.

a—сверление и растачивание; б—сверление и обтачивание; в—расточивание и обтачивание; г—сверление, растачивание и обтачивание.

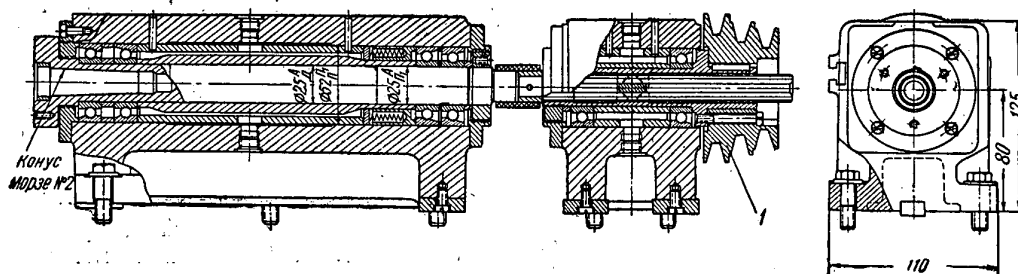
промышленности значительный удельный вес в общей трудоемкости обработки деталей занимают сверлильные и резьбонарезные операции, выполняемые на одношпиндельных сверлильных станках. В то же время в автотракторной и некоторых других отраслях промышленности (особенно за рубежом) широкое распространение нашло многошпиндельное сверление и резьбонарезание, как средство для значительного снижения основного времени. Однако

это целесообразно только тогда, когда станок с многошпиндельной насадкой или головкой достаточно загружен. Поэтому для увеличения загрузки станка детали группируют так, чтобы при одной компоновке станка их можно было обрабатывать или последовательно, или одновременно.



Фиг. 9. Агрегатный многошпиндельный станок для обработки четырех деталей.

Использованию агрегатных станков в мелкосерийном производстве уделяется внимание и за рубежом. В частности, компоновка таких станков для обработки нескольких деталей там распространена значительно шире, чем в отечественной приборостроительной промышленности. Примером может служить агрегатный многошпиндельный станок (фиг. 9) для обработки четырех различных деталей.



Фиг. 10. Шпиндель расточной головки.

1—ступенчатый шкив.

Увеличение загрузки агрегатных станков путем придания им конструктивных элементов, обеспечивающих быструю переналадку. Как было указано выше, агрегатные станки компоуются из нормализованных узлов. Так как последние предназначены для определенных работ, то с целью уменьшения их стоимости они изготавливаются по наиболее простой

кинематической схеме. Это положение остается правильным для станков, компоуемых для крупносерийного производства. Когда же на одном и том же агрегатном станке для повышения степени его использования необходимо обрабатывать ряд деталей, то узлам рекомендуется придать универсальность.

Прежде всего нужно создать возможность изменения скорости резания, т. е. числа оборотов шпинделя.

Эта задача решается для малых силовых головок применением ступенчатых или сменных шкивов (фиг. 10) либо многоскоростных электродвигателей, а для крупных головок — использованием упрощенных коробок передач. Далее требуется обеспечить изменение в широком диапазоне величины автоматической подачи, поскольку от нее непосредственно зависит чистота обрабатываемой поверхности, а следовательно, и безупречность действия приборов. Это условие лучше всего осуществляется с помощью гидравлики. Например, применение гидравлической панели (фиг. 11) дает возможность бесступенчато регулировать величину подачи, а в сочетании с механическими или электромагнитными упорами — настраивать силовые головки на различные циклы работы. Наиболее распространен следующий цикл: быстрый подвод; рабочий ход; выдержка на мертвом упоре, т. е. на любое время резания без подачи; быстрый возврат в исходное положение. Помимо этого, с применением гидравлики легче всего достигаются большие усилия подачи, необходимые при многошпиндельной обработке.

В деталях приборов торцовые поверхности обычно имеют небольшие размеры (см. фиг. 8) и чаще всего представляют собой торцы бобышек, полуглухих расточек и т. д. Поэтому обработка торцов не является самостоятельной операцией или переходом, а происходит непосредственно после расточки и выполняется комбинированным инструментом. Для получения заданного размера до обработанного торца, а также достаточной чистоты поверхности надо, чтобы инстру-

мент некоторое время продолжал вращаться без подачи. Осуществить это легче всего с помощью жесткого упора и реле времени. Последнее дает команду на быстрый возврат инструмента через определенное, в зависимости от настройки, количество секунд. На станке (см. фиг. 6) время выдержки вращения инструмента без подачи составляет 1—60 сек., т. е. инструмент может вращаться без подачи с числом

оборотов 40—2500. Так как станок предназначен для обработки группы деталей, то иногда достаточно, чтобы действовали не все четыре головки, а только

части станины; в коробке находятся четыре переключателя. Каждый из них имеет пять положений: четырех рабочих и одно нулевое.

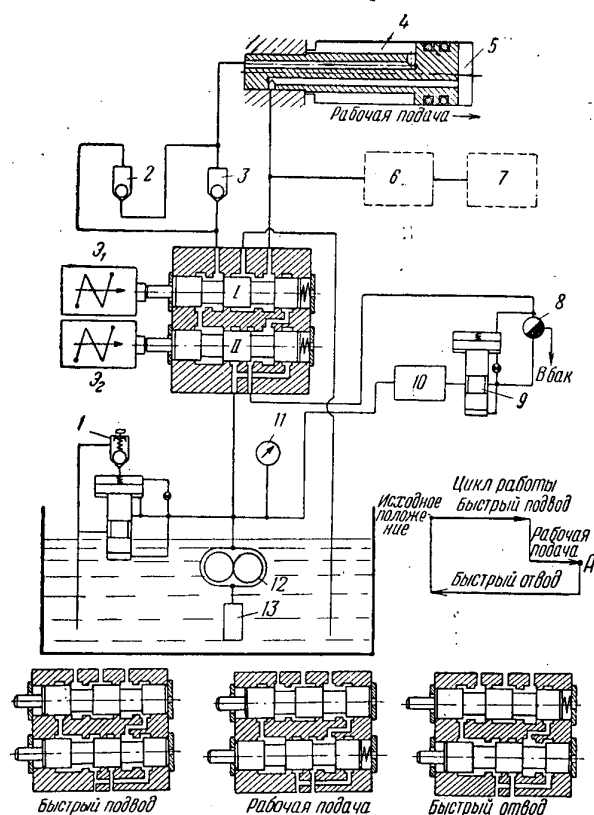
При соответствующей настройке пульта наладки пуск станка от пульта управления осуществляется простым нажатием кнопки. Возможен пуск всех головок одновременно, последовательно или же в любой комбинации. Установкой рукоятки в нулевое положение достигается отключение любой силовой головки. Таким образом, введение подобного небольшого вспомогательного узла позволяет быстрее переналаживать агрегатный станок для использования его в мелкосерийном производстве.

Выше отмечалось, что многошпиндельное сверление значительно снижает штучное время. Для применения многошпиндельного сверления на агрегатных станках, предназначенных для обработки деталей малыми сериями, силовая головка должна допускать возможность изменения расстояния между осями шпинделей. У силовых головок и агрегатных станков, выпускаемых заводом им. Орджоникидзе, коробка шпинделей представляет собой насадку с постоянным (для определенной детали) расположением шпинделей. Вращение шпинделей осуществляется от приводного вала через систему зубчатых колес и промежуточных валиков. Насадки с передачей движения шпинделям с помощью зубчатых колес применяются также и в приборостроении для крупных серий приборов. Однако в мелкосерийном производстве такое конструктивное исполнение многошпиндельных насадок неприемлемо из-за их сложности и дороговизны. В США, ФРГ и ГДР широко распространены шпиндельные коробки с изменяемым расстоянием между осями шпинделей. Шпиндели, смонтированные в хомутах, приводятся во вращение посредством промежуточных телескопических валиков, допускающих передачу вращения под углом. Это позволяет располагать нормализованные шпиндели в соответствии с расположением отверстий, подлежащих сверлению. Подобное конструктивное решение для привода шпинделей применяется и на некоторых многошпиндельных сверлильных станках.

На фиг. 13,а представлен многошпиндельный сверлильный станок с регулируемым положением шпинделей, находящихся в хомутах, а на фиг. 13,б — со шпинделями, смонтированными в общей плите. В последнем случае для каждой детали (или группы деталей) необходимо иметь свою плиту.

Для получения отверстий требуемых размеров и достижения точного расстояния между ними инструменты, закрепленные в шпинделях, проходят через направляющие втулки, смонтированные на общей кондукторной плите. Последняя обычно является частью приспособления для крепления детали. На станке, показанном на фиг. 14, деталь крепится между двумя кондукторными плитами, снабженными втулками для направления инструмента.

Однако, если обработка включает операции с применением инструментов различного диаметра, направляющую кондукторную плиту делают сменной; тогда направляющие для инструмента выполняются в виде кондукторного угольника, укрепляемого на



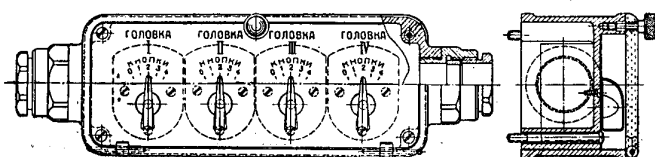
Фиг. 11. Схема гидропанели.

1—предохранительный клапан; 2—клапан противоаварийного; 3—обратный клапан; 4—полость отвода головки; 5—полость подвода головки; 6—реле давления; 7—реле времени; 8—дроссель; 9—редукционный клапан; 10, 13—фильтры; 11—манометр; 12—насос.

А—выдержка на мертвом упоре от реле давления через реле времени.

Работа электромагнитов

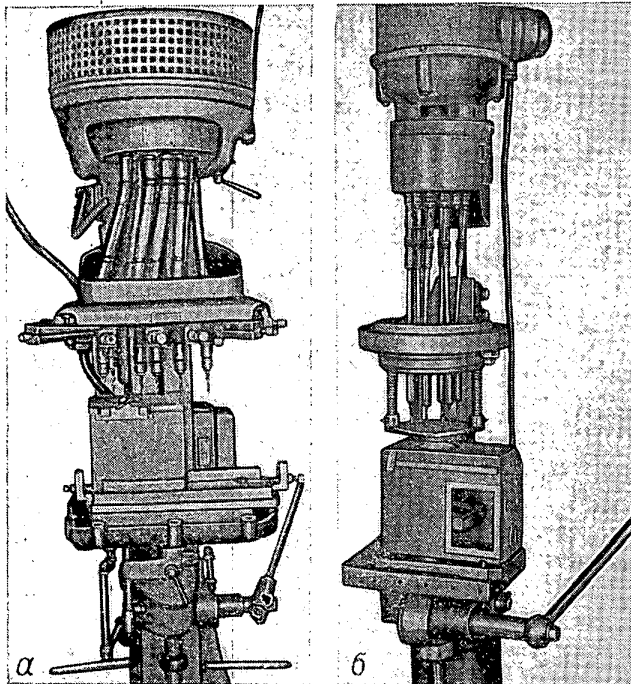
Переходы	Электромагниты	
	Э ₁	Э ₂
Быстрый подвод	+	+
Рабочая подача	+	—
Выдержка на мертвом упоре	—	—
Быстрый отвод	—	+
Остановка в исходном положении	—	—



Фиг. 12. Пульт наладки агрегатного станка.

две или три. Для этого предусмотрен пульт наладки (фиг. 12).

У станков НИАТ первого выпуска он представляет собой небольшую коробку, укрепленную в передней

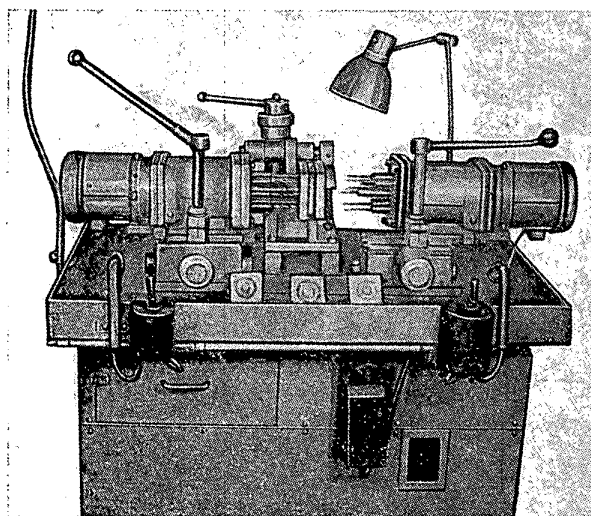


Фиг. 13. Многошпиндельные сверлильные станки.
а—с хомути; б—с плитой.

станине станка (фиг. 15), или же в виде люнета, соединяемого с головкой при помощи пружины.

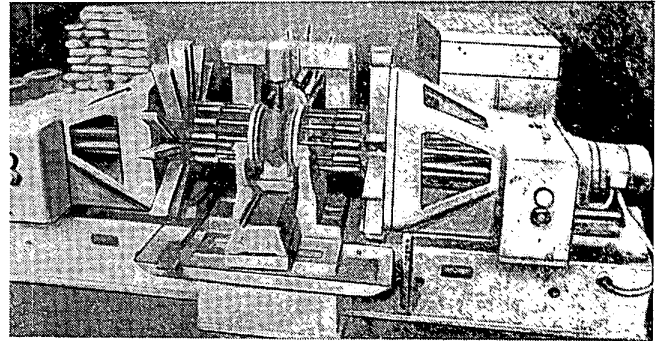
В последнем случае при быстром подводе и отводе головки кондукторная плита следует за ней, а при рабочем ходе — опирается на деталь или приспособление, в котором закреплена деталь.

Для переналадки направления инструмента меняют общий кондукторный угольник или люнет. Более быстрой переналадки достигают, применяя съемную кондукторную плиту, легко заменяемую на угольнике или люнете.



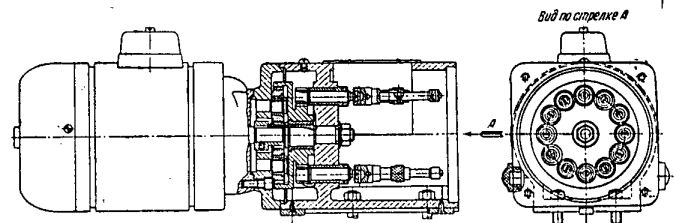
Фиг. 14. Двусторонний многошпиндельный станок с двумя кондукторными плитами.

Часто можно сгруппировать отверстия, просверливаемые в разных деталях, так, чтобы одна и та же кондукторная плита служила направляющей для инструмента, предназначенного для обработки разных деталей. В этом случае достаточно только пере-
ставить шпиндели.



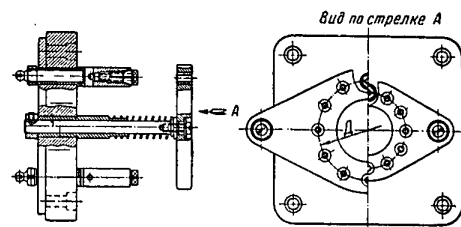
Фиг. 15. Трехсторонний агрегатный станок, оборудованный передвижными шпинделями с кондукторными втулками, смонтированными в угольниках.

Двенадцатишпиндельная сверлильная головка (фиг. 16), проектируемая НИАТ, допускает также регулирование расстояния между осями шпинделей. Этой головкой вместе с насадкой (фиг. 17) можно



Фиг. 16. Двенадцатишпиндельная сверлильная головка.

сверлить отверстия, расположенные в любой точке круга диаметром 100 мм. Наименьшее расстояние между отверстиями диаметром 2,5 мм равно 11 мм; при отверстиях диаметром 5 мм — 15 мм. Чтобы обе-

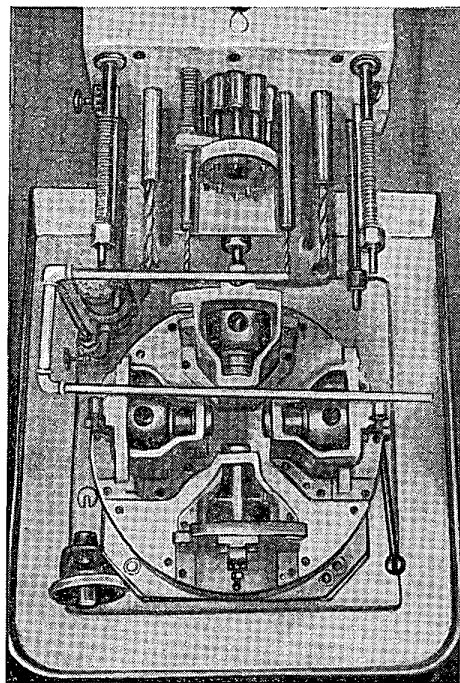


Фиг. 17. Насадка к двенадцатишпиндельной головке.

спечить перестройку станка для выполнения различных работ на станке НИАТ (см. фиг. 6), узел вращения инструмента (силовая головка) отделен от узла подачи (гидравлических салазок). Таким образом, в зависимости от операции на салазки можно установить: прецизионную расточную головку, обеспечивающую расточку отверстий по 1—2-му

классам точности; сверлильную головку, с которой можно сверлить отверстия диаметром до 10 мм одним или многими шпинделями с помощью многошпиндельной насадки; многошпиндельную сверлильную головку, позволяющую сверлить до двенадцати отверстий.

В настоящее время разрабатывается агрегатный станок, который, помимо вышеупомянутых особенностей, будет характеризоваться возможностью быстрой переналадки осей шпинделей по вертикали.



Фиг. 18. Односторонний агрегатный станок для трехсторонней обработки деталей.

Рациональная компоновка агрегатных станков. Выше указывалось, что компоновка агрегатного станка при мелкосерийном производстве может оказаться целесообразной в том случае, если стоимость изготовления такого станка относительно невысока. Это достигается упрощением конструкции узлов станка, хотя последнее может увеличить штучное время по сравнению с подобной обработкой на более совершенных станках.

На указанных станках у детали последовательно обрабатывают каждую сторону. Поскольку в данном случае деталь перемещается с позиции на позицию, это, естественно, увеличивает цикл и снижает

точность изготовления. Однако в зависимости от схемы компоновки можно получить достаточную производительность.

Возможен и такой случай, когда на упрощенном агрегатном станке окажется целесообразной обработка детали с двух, трех и четырех сторон за два и более перехода, причем все переходы будут выполняться одновременно.

Так, на фиг. 18 показан односторонний агрегатный станок, позволяющий за три перехода обработать корпус с трех сторон; после каждого поворота стола на 90° со станка сходит готовая деталь.

Упрощения станка можно также добиться, применив двухэтажные приспособления, но в этом случае увеличивается штучное время за счет необходимости в дополнительных перестановках. На фигуре в начале статьи показана обработка корпуса с шести сторон на трехстороннем станке с использованием при этом такого приспособления. Иногда подобная компоновка пригодна не только для обработки детали с разных сторон, но и тогда, когда необходимо выполнить с одной и той же стороны несколько операций.

Выводы

1. Агрегатные станки, скомпонованные по типовым схемам, при условии группирования деталей по одинаковым элементам, требующим идентичной обработки, и придания станкам конструктивных элементов, обеспечивающих их быструю переналадку, смогут успешно применяться и в мелкосерийном производстве деталей авиаприборов.

2. Применение в авиаприборной промышленности агрегатных станков, снабженных автоматической подачей, намного повысит производительность труда в механических цехах и создаст предпосылки для автоматизации технологических процессов.

3. Для широкого внедрения агрегатных станков необходимо:

а) ускорить разработку гаммы агрегатных узлов малых габаритных размеров и мощностей, требующихся для компоновки станков по типовым схемам;

б) изготавливать такие узлы не на заводах-потребителях (как это имеет место до сих пор), а на специализированных заводах в системе авиационной или станкостроительной промышленности; наряду с узлами общего назначения в типаж должны входить прецизионные узлы;

в) активнее создавать типовые конструкции приспособлений и режущего инструмента для агрегатных станков, также обеспечив их выпуск на специализированных инструментальных заводах.

Изготовление ферритовых деталей методом горячего литья под давлением

К. Д. ЗАХАРОВ и М. В. СУЧКОВ

Прессование деталей из ферритового порошка имеет существенные недостатки: сложность транспортировки и загрузки в печь для обжига полуфабрикатов, имеющих низкую механическую прочность; невозможность получения деталей сложной конфигурации; необходимость применения сложного и дорогостоящего оборудования и приспособлений (гидравлических прессов, прессформ и др.).

Частично устраняет указанные недостатки переход на литье ферритовых деталей. Особенностью этого технологического процесса является приготовление литейного шликера и применение горячего литья под давлением.

Приготовление литейного шликера. В его состав входят ферритовый порошок, олеиновая кислота и парафин. К просеянному сквозь сито (6400 отв/см^2) порошку добавляют 0,5% олеиновой кислоты, и массу загружают в шаровую мельницу с обогревом. Весовое соотношение порошка и стальных шаров должно быть 1 : 5. В мельнице масса перемешивается в течение 2 час., после чего включается нагревательное устройство. В течение одного часа порошок измельчается при температуре $90-100^\circ\text{C}$. Затем в него добавляют предварительно измельченный парафин в количестве 8—12%, в зависимости от сложности детали, и при $100-120^\circ\text{C}$ вся масса перемешивается еще в течение одного часа.

Парафин придает текучесть ферритовому порошку, и чем тоньше стенки детали и сложнее форма, тем больше его требуется.

Перемешивание можно считать законченным, когда шликер приобретает консистенцию густой массы. Его сливают в алюминиевый противень и после остывания на воздухе помещают для хранения в закрытую тару.

Конструкция литейной машины. Горячее литье под давлением происходит путем заполнения металлической формы литейным шликером, выдержки его под давлением и выемки готовой детали из формы. Процесс осуществляется в специальных установках, конструкция которых бывает различна, но принципиальная схема одинакова.

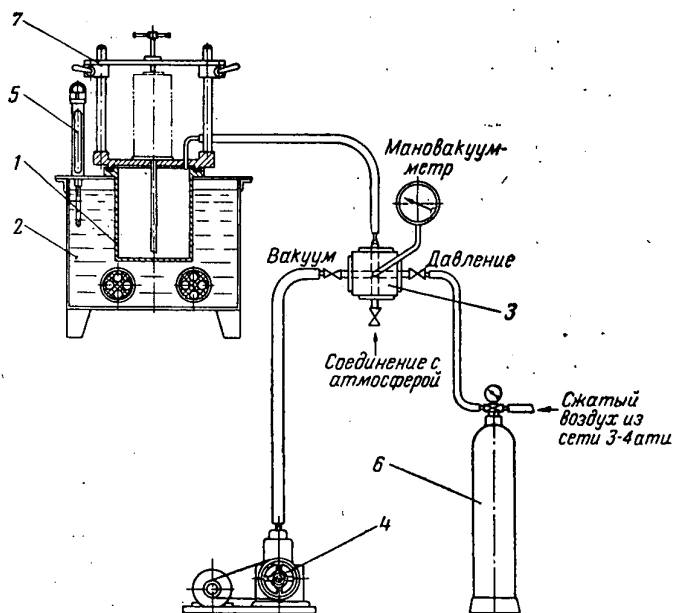
На фиг. 1 изображена принципиальная схема литейной установки, в основу которой положено применение герметического рабочего резервуара с обогревом и использование сжатого воздуха для подачи шликера в форму.

Резервуаром для литейного шликера служит рабочий бачок 1, представляющий собой стальной цилиндр с герметично приваренным дном и трубкой для подачи сжатого воздуха. Сверху цилиндр герметично закрыт рабочей крышкой, на которой устанавливают литейную форму. Шликер в нее подается через питающую трубку, нижний конец которой примерно

на 4—8 мм не доходит до дна рабочего бачка. Для литья деталей из ферритов разных марок необходимо иметь сменные питающие трубки и бачки.

Термостат 2 выполняется в виде камеры. В целях уменьшения колебания температуры в рабочем бачке в ней устанавливают ванну с водой или маслом, в которой помещается рабочая часть бачка.

Редуктор 3 представляет собой коммутационный узел, с помощью которого изменяют степень вакуума и управляют подачей сжатого воздуха. Редуктор через шланги соединяется с вакуум-насосом 4, компенсационным баллоном 6 и рабочим бачком литейной



Фиг. 1. Принципиальная схема установки для литья ферритовых деталей.

1—рабочий бачок; 2—термостат; 3—редуктор; 4—вакуум-насос; 5—контактный термометр; 6—компенсационный баллон; 7—прижимное устройство.

машины. Вакуум-насос 4 служит для вакуумирования горячего литейного шликера в рабочем бачке.

Баллон 6 со сжатым воздухом предназначен для компенсации давления воздуха, поступающего от основной магистрали. От баллона сжатый воздух через соединительные шланги идет в рабочий бачок.

Контактный термометр 5 монтируется в сети водяного обогрева и обеспечивает автоматическую регулировку температуры воды за счет включения и выключения нагревателей.

Для закрепления литейной формы на рабочей крышке применяется прижимное устройство 7. Оно монтируется на траверсе таким образом, чтобы ось штыря прижима совпадала с осью отверстия питаю-

щей трубки. Траверса может перемещаться по двум стойкам и закрепляться на любой высоте винтами, что дает возможность применять литейные формы различной высоты.

Форму устанавливают на крышку рабочего бачка так, чтобы литниковое отверстие ее совпало с отверстием питающей трубки.

Технологический процесс литья ферритовых деталей. Перед началом работы кран, создающий давление в рабочем бачке, должен находиться в положении «закрывается», иначе возможно выбрасывание горячей массы из установки. Температура в термостате доводится до $60-80^{\circ}\text{C}$ в зависимости от толщины и сложности отливаемой детали. Чем тоньше стенки и сложнее деталь, тем выше должна быть температура.

Для подачи сжатого воздуха открывают кран от основной магистрали и кран компенсационного баллона. В зависимости от размеров отливаемой детали создают необходимое давление (при помощи редуктора). С рабочего бачка снимают крышку и в него заливают предварительно разогретый до $65-75^{\circ}\text{C}$ шликер, который вакуумируют вакуум-насосом в течение 15—20 мин. (затем вакуум снимается).

При подаче сжатого воздуха в бачке создается давление $2-5 \text{ ат}$. Величина его зависит от размеров детали. Выдержка продолжается 0,5—1 мин., после чего рабочий кран редуктора выключается. Когда давление по манометру дойдет до нуля, форму снимают с литейной установки и охлаждают до комнатной температуры. Для этого рекомендуется класть ее на холодную плиту или погружать в воду на 0,5—1 мин.

Разобрав форму, снимают деталь и в случае необходимости направляют на механическую обработку и подрезку литников.

Форма для литья под давлением. Это — разъемная металлическая конструкция, внутренняя полость которой является негативным изображением изготавливаемой детали. Размеры формы устанавливаются с учетом усадки феррита, которая составляет 10—25%, в зависимости от его марки.

Существенным вопросом конструирования форм для литья является выбор расположения и размеров литниковой системы. При неправильном выборе литника в полуфабрикате образуются усадочные раковины, рыхлоты и другие дефекты. Литниковые отверстия нужно размещать в наиболее массивных частях детали при условии, чтобы поток шликера встречал на своем пути наименьшее количество препятствий.

Охлаждение форм может быть воздушным или жидкостным. При применении воздушного охлаждения (охлаждение при комнатной температуре) упрощается конструкция формы, но затрудняется стабилизация режима работы и снижается производительность труда. Более надежным и эффективным способом является жидкостное охлаждение.

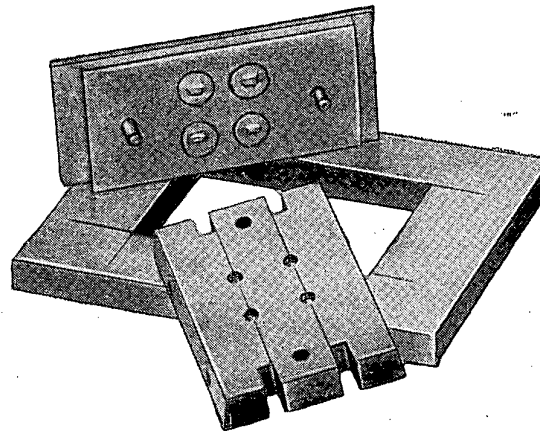
Для удаления воздуха из верхней части формы и в местах резких переходов делают воздушные каналы. Как правило, в качестве каналов используют зазоры в местах разъема и сочленения деталей форм.

В этих местах иногда целесообразнее дополнительно делать мелкие проточки.

На фиг. 2 изображена четырехместная безлитниковая форма. Форма имеет простую конструкцию, удобна для сборки и для удаления деталей и обеспечивает высокую производительность.

Шлицы в сердечниках формуются за счет четырех штырей, расположенных в верхней планке формы. Все гнезда заливают одновременно. Форму снимают, сдвигая ее по плоскости сменной втулки литейной машины; этим достигаются ровные срезы торцов отливаемой детали.

Литье под давлением имеет то преимущество перед обычным прессованием деталей, что формы заливают при давлении сжатого воздуха не более 5 ат , тогда как для прессования требуется удельное давление $2-3 \text{ т/см}^2$. Это дает возможность изготавливать формы несложной облегченной конструкции.



Фиг. 2. Четырехместная безлитниковая форма.

Удаление связки. Обычно для этого используют муфельные печи или термостаты. Как правило, термостаты помещают в вытяжные шкафы для удаления вредных газов, выделяемых парафином при выжигании. Выплавление связки может быть полное и частичное.

Полуфабрикаты загружают в шамотные капсулы. На дно капсулы или на шамотную плитку насыпают глинозем слоем 10—20 мм, который отсыпает связку; на него укладывают детали на расстоянии 2—3 мм друг от друга, и все засыпают порошком слоем 20—30 мм от верхней точки детали. Мелкие детали можно загружать в несколько рядов с прослойкой глинозема между рядами не менее 20 мм. Применяемый для засыпки глинозем предварительно обжигают при $1300-1350^{\circ}\text{C}$. Из средних и крупногабаритных полуфабрикатов удаляется 30—40% связки, что вполне достаточно для предохранения их от оплавления при обжиге. Общее время выдержки: около 3 час. при $20-90^{\circ}\text{C}$, 3—6 час. — при $90-150^{\circ}\text{C}$ и 6—12 час. — при 150°C .

Из малогабаритных деталей связка удаляется полностью. Для этого требуется около 2 час. при температуре $20-200^{\circ}\text{C}$, 2—4 час. при $200-300^{\circ}\text{C}$, 4—5 час. при 300°C и 5—6 час. — при $300-350^{\circ}\text{C}$. Детали

остывают вместе с выключенной печью до температуры 60—80° С.

Приставший к ним глинозем обдувают сжатым воздухом при давлении 2—3 атм.

Обжиг. При обжиге ферритового полуфабриката, изготовленного горячим литьем, происходит сближение частиц феррита и вытеснение воздуха, находящегося между ними, т. е. усадка.

Детали после удаления связки укладывают на шлифовальные шамотные или ферритовые подставки, посыпанные глиноземом, свободным от примесей, и помещают в печь.

Для обжига ферритов используются печи с сильными нагревателями и автоматической регулировкой температуры, обеспечивающей отклонение ее не больше $\pm 10^\circ$ С.

Температурные режимы зависят от состава феррита, размеров деталей и способа удаления связки (частичное или полное). Для примера в табл. 1 при-

Таблица 1
Режим обжига деталей из никель-цинкового феррита

Время обжига в час.	Температура в °С	Изменение температуры в °С/час.
0—1	20—100	80
1—4	100—700	200
4—5	700—1000	300
5—6	1000—1250	250
6—11	1250—1250	0

веден режим обжига для небольших деталей из никель-цинкового феррита, из которых полностью удалена связка.

Детали охлаждаются до 60—80° С вместе с выключенной печью.

Для сравнения механических свойств прессованных и литых деталей были испытаны образцы из никель-цинкового феррита с внешним диаметром 45 мм, внутренним 37 мм и высотой 4 мм. Установлено, что прессованный образец имеет плотность 3,3—4,1 г/см³ и усадку 8—12%, а литой — соответственно 4,2—4,6 г/см³ и 10—14%.

Одновременно измерялись магнитные свойства образцов на баллистической установке (табл. 2).

Таблица 2
Магнитные свойства прессованных и литых ферритовых образцов

(усредненные данные)

Образец	Начальная проницаемость при $H=0,005$ эрст в гс/эрст	Максимальная проницаемость в гс/эрст	Коэрцитивная сила в эрст	Остаточная индукция в гс	Индукция при $H=100$ эрст в гс
Прессованный	80	500	2,60	2490	3470
Литой	140	330	3,80	2400	4050

Литьем под давлением были изготовлены ферритовые сердечники с наружной резьбой М4×0,7 и М3×0,5 в количестве 1170 шт. При проверке их индуктивности и добротности 1065 шт. показали положительные результаты.

Выводы

Методом горячего литья под давлением можно изготавливать тонкостенные и сложной формы детали, а также детали с внутренней и наружной резьбой.

Этот метод по сравнению с прессованием дает возможность повысить механическую прочность деталей, в два-три раза увеличить производительность труда и значительно сократить производственную площадь. Кроме того, формы для литья под давлением значительно легче и проще в изготовлении, чем прессформы.

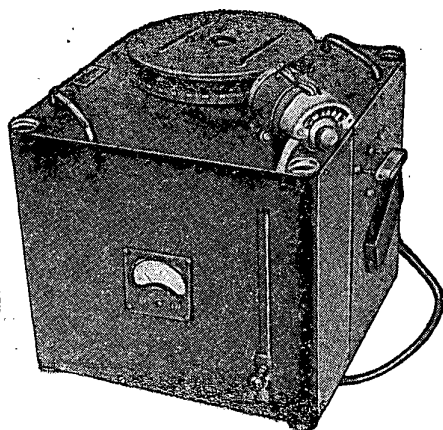
**Труженики советской индустрии! Боритесь за режим
экономии, повышайте качество и снижайте
себестоимость продукции!**

Из Призывов ЦК КПСС к 1 Мая 1958 года.

Сборка и регулирование поплавковых гироскопов

В. А. БЕРЕЗЕНЦЕВ

Приспособления для установления плавучести и статического уравнивания поплавка



Установка для снятия переходных процессов в гиросприборах.

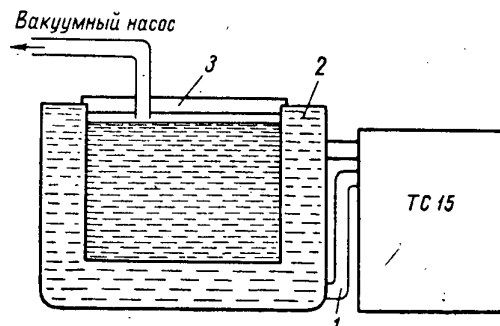
Производство поплавковых гироскопических приборов связано с решением ряда весьма сложных технологических задач. Для успешного их выполнения требуется создание высокоточного технологического оборудования и объективных средств контроля, необходимы организация сборочных участков в пыленепроницаемом помещении с постоянными температурой и влажностью воздуха, а также проведение ряда мероприятий по повышению культуры производства.

При изготовлении поплавковых гироскопов наиболее важной операцией является статическое уравнивание поплавка. Так как в опорах подвеса момент трения практически отсутствует, то даже незначительная статическая неуравновешенность поплавка вызывает значительную погрешность гироскопа. Для облегчения статического уравнивания детали поплавковых гироскопов приходится изготавливать с соблюдением допусков не только на размеры, но и на вес.

Статическое уравнивание поплавка складывается из двух технологических операций: установления плавучести и устранения дифферента поплавка; статического уравнивания поплавка относительно оси подвеса.

Обе операции выполняют в специальной установке при $74 \pm 0,5^\circ \text{C}$ (фиг. 1). Она состоит из двух ванн — внутренней и наружной, между которыми налита дистиллированная вода. Сюда она поступает из термостата ТС-15, нагретой до требуемой температуры, которая поддерживается с точностью $\pm 0,5^\circ \text{C}$. Во внутреннюю ванну наливается рабочая жидкость, в которой и производится статическое уравнивание поплавка.

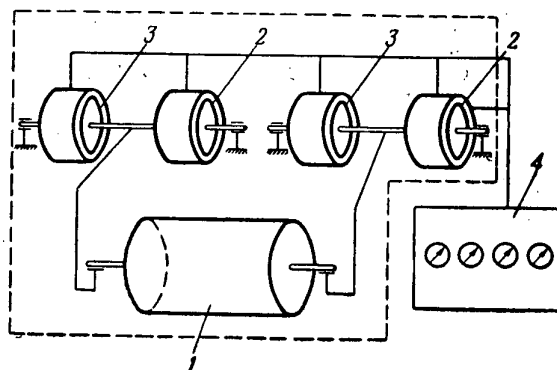
После погружения поплавка, находящегося в специальном приспособлении, ванну герметично закрывают крышкой 3 и для полного удаления воздуха включают вакуумный насос (воздух, оставшийся в различных выемках поплавкового узла прибора, искажает картину распределения весов, а следова-



Фиг. 1. Ванна для статического уравнивания поплавка гироскопа.

1—шланг; 2—дистиллированная вода; 3—крышка.

тельно, и правильность статического уравнивания). Для точности статического уравнивания поплавка большое значение имеет предупреждение циркуляции рабочей жидкости в результате нагрева. Это достигается равномерной теплоизоляцией сте-



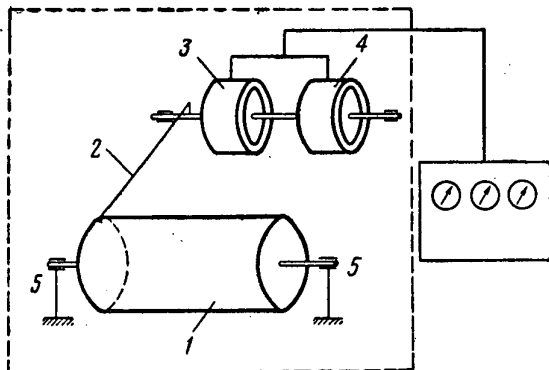
Фиг. 2. Приспособление для установления плавучести и устранения дифферента поплавка.

1—поплавок; 2—моментные датчики; 3—индуктивные датчики; 4—пульт управления.

нок ванны. Изоляция и система обогрева должны быть такими, чтобы в любой точке ванны температура рабочей жидкости была одинаковой.

Установление плавучести и устранение дифферента поплавка производят с помощью приспособления, принципиальная схема которого показана на фиг. 2.

Это приспособление вместе с поплавком погружается в ванну (см. фиг. 1). Поплавок 1 устанавливается в опоры рычагов, которые перемещаются в вертикальном направлении и жестко соединены с осями рото-



Фиг. 3. Приспособление для статического уравнивания поплавка относительно оси его вращения.

1—поплавок; 2—рычаг; 3—индуктивный датчик; 4—моментный датчик; 5—опоры.

ров моментных 2 и индуктивных 3 датчиков. Рычаги изготовлены и отрегулированы таким образом, что в рабочей жидкости они находятся во взвешенном состоянии. Цапфы поплавка начинают давить на опоры рычагов и отклоняют их. С индуктивных датчиков 3 снимаются сигналы (так как их роторы связаны с рычагами, величину которых показывает прибор пульта 4). Одновременно при помощи потенциометров на моментные датчики 2 плавно подаются сигналы. На рычагах развивается усилие, направленное в сторону, противоположную действию веса поплавка 1. Сигналы на моментные датчики подаются до тех пор, пока показания приборов, измеряющих сигнал с индуктивных датчиков, не будут равны нулю. По приборам пульта 4, градуированным в г, определяют, на какую величину необходимо изменить вес поплавка, чтобы он был взвешен в жидкости (или чтобы плавучесть его равнялась нулю).

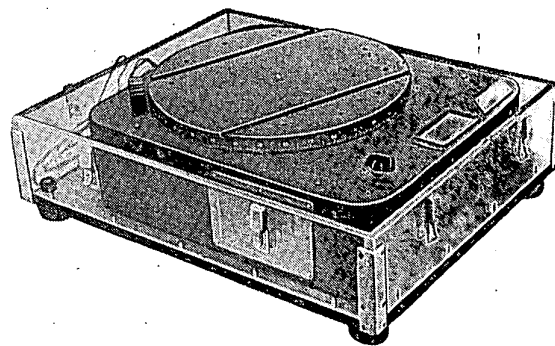
На данном приспособлении можно также регулировать величину отрицательной плавучести, устранять дифферент, т. е. устанавливать одинаковые давления цапф поплавка на правый и левый рычаги установки.

Статическое уравнивание поплавка относительно оси его вращения производится на приспособлении, принципиальная схема которого показана на фиг. 3.

Поплавок 1, плавучесть и дифферент которого уже отрегулированы, устанавливается в опоры 5. В специальном его гнезде закрепляется рычаг 2, который взвешен в жидкости и соединен с осями моментного 4 и индуктивного 3 датчиков. Часть приспособления (обозначена пунктиром) и поплавок погружаются в рабочую жидкость ванны (см. фиг. 1). Пульт управления находится рядом с ванной.

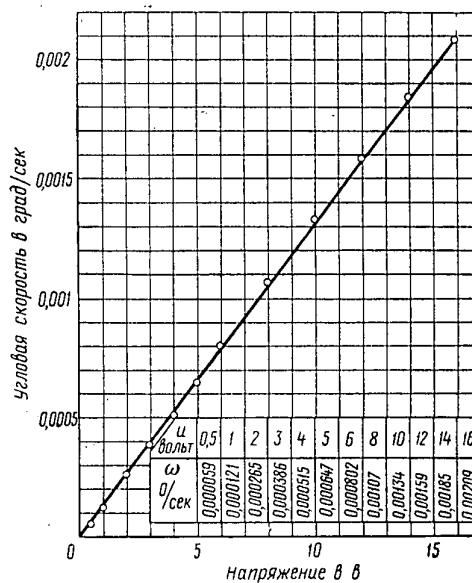
Если центр тяжести смещен относительно оси подвеса поплавка, то он начнет вращаться в опорах 5 и через рычаг 2 поворачивать ротор индуктивного 3 (и моментного 4) датчика. По прибору-индикатору

на пульте определяют статическую неуравновешенность поплавка. Подавая ток в обмотки моментного датчика до возвращения стрелки прибора-индикатора к нулю, по прибору, измеряющему этот ток и градуированному в г/см, определяют величину смещения центра тяжести поплавка относительно оси подвеса и проводят соответствующее уравнивание.



Фиг. 4. Поворотный стэнд для регулирования и испытаний поплавковых гироскопических приборов.

Описанные выше приспособления были разработаны инженерами Х. А. Мусиным и Ю. А. Кудряшовым. В качестве моментных и индуктивных датчиков были использованы элементы, входящие в опытные конструкции поплавковых гироскопических приборов.



Фиг. 5. Зависимость угловой скорости (1 степень) вращающегося стэнда от напряжения.

Регулирование и испытания поплавковых гироскопических приборов проводятся на поворотном стэнде (конструкции Е. Н. Мещарикова) — фиг. 4. Наименьшая угловая скорость стэнда 0,1 град/час, причем неравномерность скорости вращения составляет $\pm 4\%$.

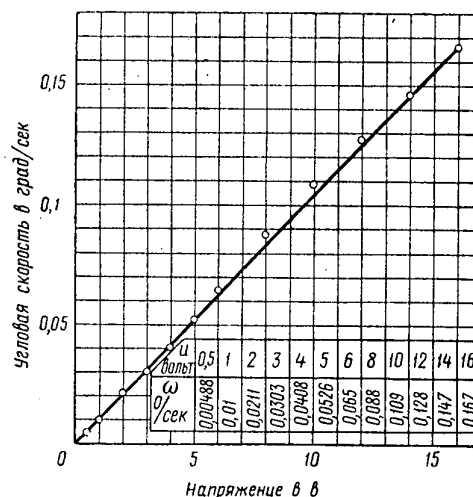
Поворотный стенд имеет две ступени скоростей (для привода использованы интегрирующие двигатели И-16). Передаточные отношения их составляют $i_1=5\ 124\ 000$ и $i_2=90\ 720$. Угловые скорости при работе на I ступени $\omega_1=0,000059$ и $\omega_2=0,00209$ град/сек; при работе на II ступени — $\omega_1=0,00488$ и $\omega_2=0,167$ град/сек.

Графики скоростей приведены на фиг. 5 и 6.

Для снятия переходных процессов в дифференцирующих гиросприборах инженером В. А. Филимошиным разработана и изготовлена специальная установка (см. фигуру в начале статьи). Испытуемый прибор укрепляется на поворотном столе, которому задается требуемая угловая скорость. По достижении заданной скорости стол мгновенно останавливают, и сигналы переходного процесса подаются на шлейфовый осциллограф.

В статье описаны лишь некоторые виды технологической и контрольной оснастки, которая потребовалась на первом этапе работ по производству поплавковых гиросприборов. Но и они убедительно показывают возросшую сложность технологических задач авиационного приборостроения и повышающуюся ответственность технологических служб за-

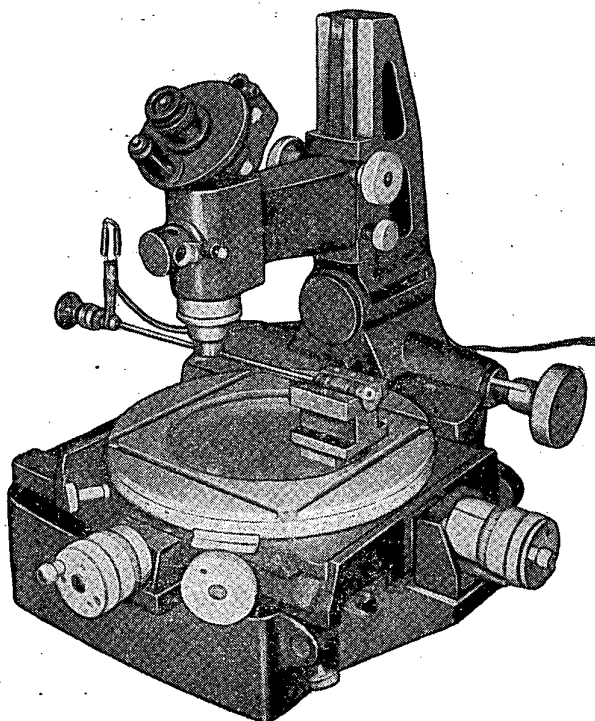
водов и научно-исследовательских организаций за успешное их решение.



Фиг. 6. Зависимость угловой скорости (II ступень) вращающегося стенда от напряжения.

Приборы для контроля деталей плунжерных и золотниковых пар

О. П. БЕЛОВСКАЯ



Цистоскоп, установленный на инструментальном микроскопе.

К деталям плунжерных и золотниковых пар предъявляются высокие требования, так как при их сопряжении должен быть обеспечен оптимальный зазор (в пределах 2—4 мк). Увеличение или уменьшение его приводит к ухудшению качества пары или даже к выводу ее из строя.

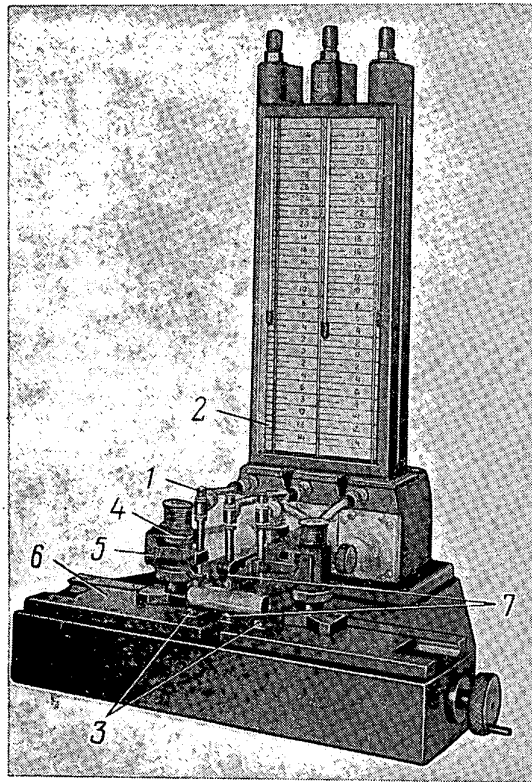
Имеющиеся в настоящее время средства контроля плунжеров и золотников не всегда удовлетворительны в отношении точности и производительности. Так, на многих заводах для проверки геометрических размеров этих деталей применяется вертикальный оптиметр или миниметр. При таком способе измерения много времени затрачивается на переход от одной контрольной точки к другой, расшифровку результатов измерения, сравнение полученных величин погрешности с допустимой и др. Наиболее рациональными средствами контроля являются многомерные приборы, которыми можно измерять детали одновременно в нескольких сечениях.

В НИИТ разработан трехмерный пневматический прибор ПКП-2* для контроля диаметров плунжеров и золотников с точностью 0,5—0,7 мк. На нем проверяют детали диаметрами 5—20 мм, длиной 35—85 мм. Конструкция прибора показана на фиг. 1.

В качестве измерителей используются пневматические датчики ДПК-6 (1), в качестве отсчетного уст-

* Конструкции Б. И. Кабака. См. также «Авиационная промышленность», 1958, № 2, стр. 102.

ройства — ротаметры ППО-9М (2). Каждый измеритель соединен со своим показывающим прибором — ротаметром, по положению поплавка которого определяют диаметр детали в измеряемом сечении. Все ротаметры имеют общую шкалу, которая содержит



Фиг. 1. Трехмерный пневматический прибор ПКП-2.
1—датчик; 2—ротаметр; 3—опоры; 4—пружины;
5—кронштейн; 6—салазки; 7—плавающая скоба.

50 делений по 1 мк. Передаточное отношение в приборе равно 5000.

Прибор настраивается по эталонным деталям или калибрам, изготовленным с точностью 0,2—0,3 мк. Деталь измеряется одновременно в трех сечениях. Ее помещают на две жесткие опоры 3 и прижимают к упорам. Изменения размеров диаметров в крайних сечениях детали передаются через плоские пружины 4 на пневмоконтактные датчики 1, которые закреплены на резьбе в кронштейнах 5. Последние могут перемещаться по стойкам, благодаря чему достигается настройка прибора на детали различных диаметров. Опоры 3 и стойки закреплены на салазках 6, которые передвигаются по направляющим. Это дает возможность контролировать детали различной длины.

Для измерения диаметра детали в среднем сечении имеется плавающая скоба 7 (на плоских пружинах), передающая изменение размера среднему датчику. Расход воздуха через датчики, соответствующий диаметрам деталей, измеряется ротаметрами 2. По шкале прибора легко можно определить величину конусности, бочкообразности и корсетно-

сти. Наибольший диаметр детали и величина овальности определяются при повороте детали под измерительными наконечниками прибора. Применение прибора повышает производительность контрольной операции в три раза.

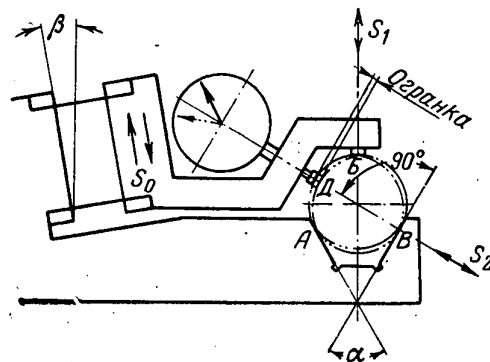
Огранка плунжеров и золотников обычно измеряется в призмах миниметром. Контроль сводится к определению разности между наибольшим и наименьшим показаниями прибора при повороте детали в призме. Для ускорения этого процесса следует применять приборы, которые позволяют непосредственно определять максимальную (или минимальную) величину огранки в нужном сечении, получаемую при вращении детали. При этом необходимость вычисления разницы показаний прибора отпадает.

В НИИТ разработан прибор ПКП-3* для контроля огранки с точностью 1 мк. В схеме прибора (фиг. 2) соблюден принцип отсчета разницы размеров двух одновременно измеряемых диаметров (разница между диаметром окружности, определяемой точками AB , и диаметром DB , т. е. огранка детали). Угол β между биссекторной плоскостью призмы и направлением перемещения колодки выбирается из условия независимости показания прибора от изменения диаметра детали, т. е. проекции перемещения колодки ΔS_0 на направление ΔS_1 и ΔS_2 должны быть равны. При угле призмы $\alpha=90^\circ$ угол $\beta=9^\circ 45'$.

В приборе (фиг. 3) измерителем служит пневмоконтактный датчик ДПК-6 (1), отсчетным устройством — ротаметр ППО-9М (2). Шкала последнего содержит 20 мк. Передаточное отношение в приборе 10 000.

Ротаметр 2 закреплен на плите прибора, а датчик 1 — в резьбовой втулке, помещенной в колодке 3. Эта колодка вместе с датчиком 1 и упором 4 подвешена на плоских пружинах к кронштейну 5, укрепленному на стойке 6.

Прибор настраивается по эталонной детали, которая помещается в призму с углом 90° . Некруглость эталонной детали допускается не более 0,2—0,3 мк.



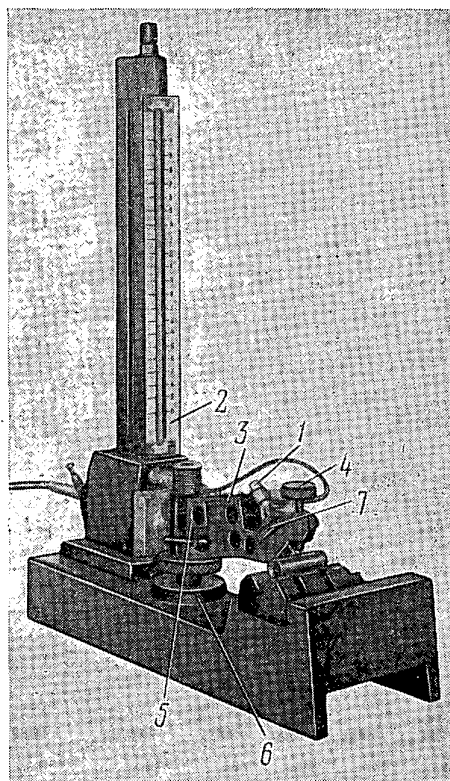
Фиг. 2. Схема прибора ПКП-3.

Грубая настройка прибора выполняется путем перемещения кронштейна вместе с колодкой 3 по стойке 6. Поплавок устанавливается на нулевое деление шкалы датчиком, который передвигается в колодке 3

* Конструкции Б. И. Кабака.

с помощью гайки 7. Контролируемую деталь кладут на призму и поворачивают в ней. Наибольшее отклонение поплавка от нулевого деления показывает величину огранки детали.

Для правильной работы золотниковой пары должно быть также выдержано определенное расстояние между отсечными кромками во втулках и отсечными



Фиг. 3. Прибор ПКП-3.

1—датчик; 2—роtaметр; 3—колодка; 4—упор; 5—кронштейн; 6—стойка; 7—гайка.

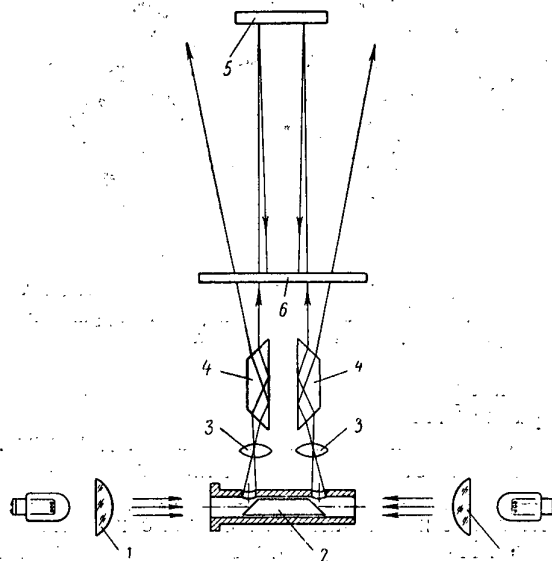
кромками золотника (допуск $\pm 0,02$ мм). Индикаторные приборы, применяемые на заводах для измерения этих расстояний, не являются надежными средствами контроля, так как не позволяют видеть саму кромку и качество ее изготовления. В НИАТ изготовлены два оптических прибора (ПОКК-1 и ПОКК-2) для контроля расстояний между отсечными кромками во втулках. На фиг. 4 представлена схема прибора ПОКК-2 проекционного типа.

Свет от лампочек осветителей поступает через конденсоры 1 на торцовые поверхности металлического стержня-отражателя 2, которые сошлифованы под углом 50° к оси и отполированы до зеркального блеска. Отражаясь от этих поверхностей, лучи попадают в объективы 3, на пути к которым расположены контролируемые отверстия. Из объективов через призмы 4 лучи поступают на зеркало 5, а затем на экран 6, на котором наблюдается увеличенное, действительное и прямое изображение двух внутренних

кромки отверстий. Общий вид прибора * показан на фиг. 5.

На плите 1 закреплены направляющие, по которым с помощью винтов и ручек могут перемещаться каретки. На одной каретке находится стойка 2, в которой закрепляются сменные светопроводы, на другой — кронштейн 3 для объектива 4. Объектив 5 помещен в кронштейн 6, установленный на направляющей.

На основании прибора смонтированы: зеркало, трансформатор, кожух с экраном и осветители 7. Контролируемая деталь надевается на светопровод, представляющий собой трубку с прорезью. В эту трубку вставлен отражатель 2 (см. фиг. 4). Для каждого вида детали необходимо иметь свой светопровод с отражателем. Объективы прибора юстированы на максимальную резкость и закреплены в кронштейнах. При перенастройке прибора с одной детали на другую резкость изображения кромок на экране сохраняется, так как конструкция стойки 2, в которой закрепляются светопроводы, обеспечивает расположение измеряемых кромок отверстий детали в фокальной плоскости объективов. Экраном прибора служит матовое стекло, на которое нанесена миллиметровая шкала. Настройка прибора выполняется

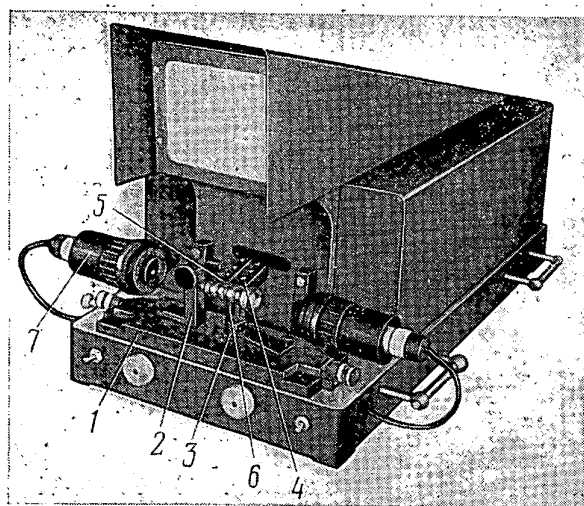


Фиг. 4. Оптическая схема проекционного прибора ПОКК-2 для контроля расстояний между отсечными кромками во втулках.

1—конденсоры; 2—отражатель; 3—объективы; 4—призмы; 5—зеркало; 6—экран.

по эталонному кольцу. Ширина его должна быть равна измеряемому размеру, т. е. расстоянию от торца детали до кромки отверстия или расстоянию между отсечными кромками отверстий. Если измеряются оба эти размера, нужно иметь два эталонных кольца, выполненные в соответствии с контролируемыми размерами детали. При настройке кольцо надевается на светопровод, а объективы устанавливаются про-

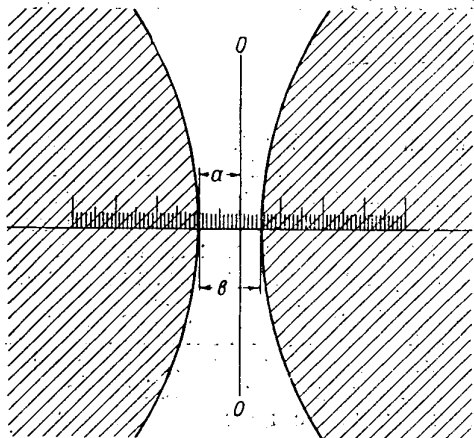
* Конструкции И. Д. Салова.



Фиг. 5. Оптический проекционный прибор для контроля расстояний между кромками.

1—плита прибора; 2—стойка; 3, 6—кронштейны; 4, 5—объективы; 7—осветитель.

тив торцов кольца так, чтобы на экране было видно резкое изображение темной полосы, соответствующей ширине кольца. Затем с помощью винтов границы темной полосы совмещаются в одну линию, которую ставят на нулевое деление шкалы. После настройки прибора вместо эталонного кольца на светопровод надевают контролируемую деталь, и на экране появляется изображение двух кромок отверстий (фиг. 6). Расстояние между ними b характеризует погрешность выполнения размера между кром-

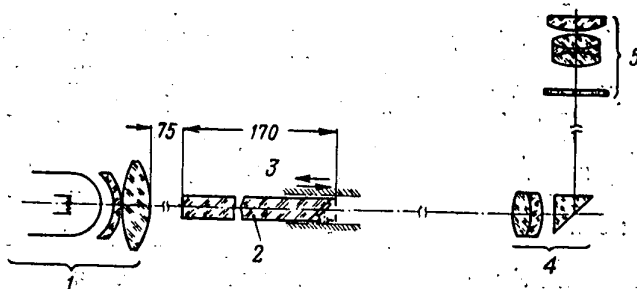


Фиг. 6. Изображение двух кромок отверстий контролируемой детали на экране оптического прибора.

ками отверстий на контролируемой детали, а смещение изображения левой кромки от нулевого деления шкалы a — погрешность выполнения размера от торца детали до кромки отверстия по сравнению с эталоном. Увеличение прибора равно $\times 100$ и, следовательно, цена деления шкалы соответствует $0,01$ мм. Он позволяет контролировать расстояния

между отсечными кромками отверстий в пределах $7-30$ мм во втулках длиной до 80 мм с внутренним диаметром $5-12$ мм. Толщина стенки детали не должна превышать 8 мм, т. е. величину фокусного расстояния объективов. Точность измерения $0,01$ мм. Прибор на много ускоряет контроль деталей.

На фиг. 7 показан прибор ПОКК-1 для контроля расстояний между отсечными кромками, оптическая схема которого предложена ГОИ. Свет от лампочки осветителя попадает на торцовую полированную по-

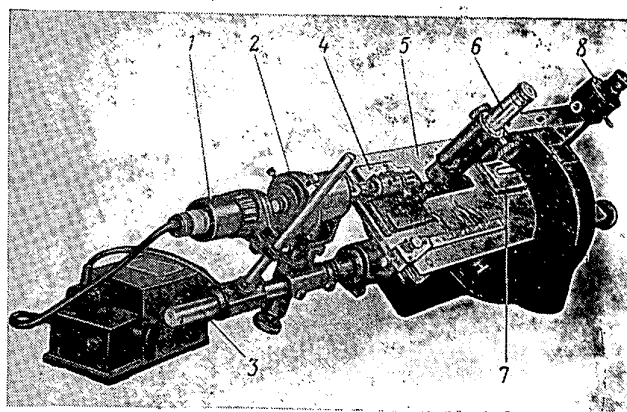


Фиг. 7. Оптическая схема прибора ПОКК-1 для контроля расстояний между отсечными кромками.

1—осветитель; 2—светопровод с зеркалом; 3—деталь; 4—объектив с призмой; 5—окуляр.

верхность светопровода. Противоположная сторона сошлифована под углом 45° к оси и оставлена матовой; поэтому участок измеряемой поверхности оказывается освещенным рассеянным светом. Зеркало направляет свет от рассматриваемого участка поверхности в объектив, который передает изображение этого участка на сетку микроскопа наводки.

Прибор представляет собой горизонтальный компаратор ИЗА-2 с дополнительными устройствами для установки измеряемой детали, центрирования и крепления светопровода относительно отверстия детали (фиг. 8).



Фиг. 8. Оптический прибор ПОКК-1 для контроля расстояний между отсечными кромками.

1—осветитель; 2—устройство для центрирования светопровода; 3—стержень; 4—призма; 5—стол компаратора; 6—микроскоп наводки; 7—шкала; 8—микроскоп со спиральным окуляром.

Осветитель 1 и устройство 2 для центрирования светопровода укрепляются на стержне 3, присоединенном к валу компаратора. Контролируемая деталь помещается на призму 4, находящуюся на столе 5 компаратора, и закрепляется в ней. Светопровод зажимается в цанге. По высоте и в различных плоскостях его центрируют с помощью винтов. Диаметр светопровода подбирают так, чтобы зазор между ним и отверстием контролируемой втулки был не менее 0,05 мм. К прибору прилагается комплект сменных светопроводов с диаметрами 3—18 мм.

В микроскопе наводки вместо обычной оптики компаратора ИЗА-2 установлены компенсационный окуляр с увеличением $\times 20$ и объектив с фокусным расстоянием 60 мм, которые обеспечивают увеличение прибора $\times 35$. При определении расстояний между кромками граница измеряемого участка поверхности приводится в поле зрения микроскопа наводки 6 и посредством микрометрического винта точно наводится на нить сетки окуляра. Отсчеты ведутся по шкале 7, укрепленной на подвижном столе компаратора, с помощью микроскопа 8 со спиральным нониусом. При пользовании прибором отпадает необходимость применять эталоны. Он может быть использован для контроля расстояний между отсечными кромками поясков и отверстий, для контроля ширины канавок, поясков, для визуального определения качества изготовления отсечных кромок и чистоты поверхности отверстий диаметром 3 мм и более и длиной до 60 мм. Точность измерения 5—6 мк, продолжительность 1—1,5 мин. Прибор предназначенся

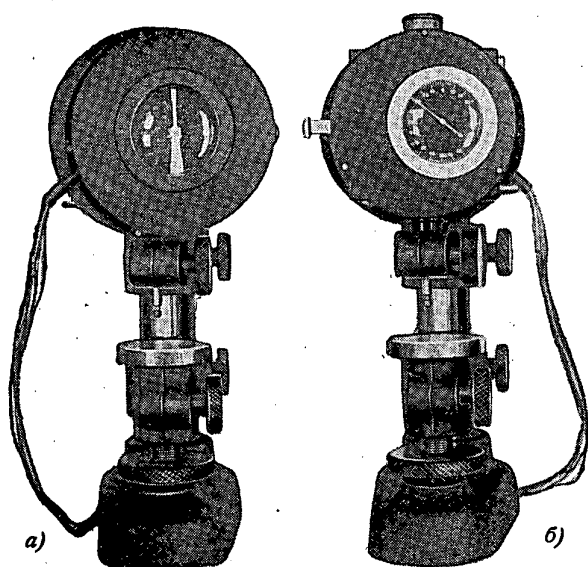
для выборочного контроля и для измерений в лаборатории.

В условиях лаборатории может быть использован также цистоскоп. Для этой цели в фокальной плоскости его окуляра устанавливается визир, а сам цистоскоп монтируется на инструментальном или универсальном микроскопе (см. фигуру в начале статьи) во втулке, ввернутой вместо объектива. Деталь помещается на призму, закрепленную на столе микроскопа. Отсчет ведется по нониусу микрометрического винта с точностью 0,005 мм. Контролируемую деталь следует ставить так, чтобы ее ось была параллельна направлению перемещения стола микроскопа.

Для расширения пределов применения цистоскопа необходимо выпрямить загнутый конец эвакуационной трубки прибора, несущий электрическую лампочку, и выдвинуть окуляр на 2 мм с целью уменьшения фокусного расстояния объектива прибора. После такой доработки цистоскоп № 10 (Ц-24) может быть использован для контроля деталей с отверстиями диаметром 5 мм и более и глубиной до 100 мм, цистоскоп № 17 (Ц-13) — для деталей с отверстиями диаметром 7 мм и глубиной до 200 мм. Цистоскопом удобно пользоваться в цеховых условиях для визуального определения качества изготовления отсечных кромок и чистоты поверхности отверстий. Применение вышеописанных приборов для контроля деталей плунжерных и золотниковых пар повысит объективность и точность контрольных операций, а следовательно, и качество выпускаемых изделий.

Электрический прибор для автоматизации наладки и подналадки станков

А. И. ФЕФЕР



Индикатор контроля наладки.

а—со стороны шкалы среднеарифметических размеров;
б—со стороны настроечной шкалы.

О точности наладки станков обычно судят по результатам измерений нескольких пробных деталей. Среднеарифметический размер этих деталей является комплексным показателем правильности наладки и указывает, в каком направлении и насколько следует изменить положение резца.

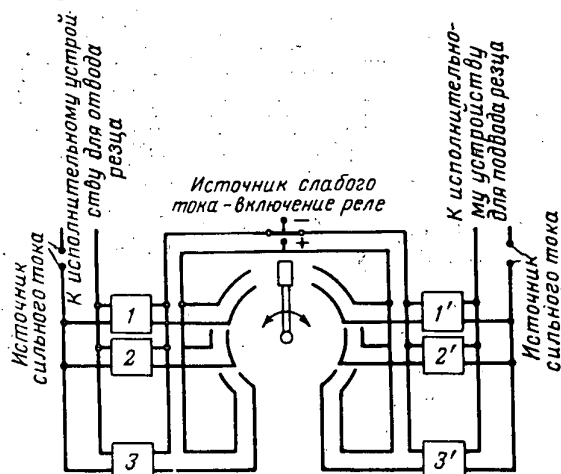
В настоящее время среднеарифметический размер вычисляет наладчик или контролер. Предлагаемый электромеханический индикатор контроля наладки (ИКН) * освобождает их от этой трудоемкой работы, а в комплексе с исполнительным устройством позволяет автоматизировать подналадку резца (макет ** этого прибора изображен на фигуре в начале статьи). В статье рассматриваются конструкция и принцип работы индикатора.

При перемещении детали под измерительным штоком-рейкой (фиг. 1) движение через трибку z_{16} , зубчатое колесо z_{100} , трибку z_{20} , зубчатое колесо z_{100} и

* Авторское свидетельство № 552 693.

** В настоящее время на заводе проводится работа по модернизации прибора.

насколько и в какую сторону стрелка среднеарифметических размеров переместилась от нулевого значения. Время выдержки реле должно соответствовать времени подналадки инструмента.



Фиг. 3. Принципиальная электрическая схема подналадчика.

1, 1', 2, 2', 3, 3' — реле времени.

Для дальнейшей автоматизации станка можно рекомендовать подавать детали выборки на измерительный столик прибора из загрузочного бункера,

заслонка которого должна перемещаться от кулачка на распределительном валу автомата. После определенного количества измерений соленоид нажмет на кольцо и включит реле.

Указанный прибор можно использовать и для контроля работы высадочного оборудования, так как в процессе высадки заклепок, пистонов и т. п. происходит износ оформляющих деталь частей инструмента.

Так как индикатор контроля наладки ИКН вычисляет среднеарифметическое из размеров деталей выборки, которое принимается за истинное значение измеряемой величины, то, естественно, возникает задача оценки равенства

$$a \approx \bar{x},$$

где a — истинное значение измеряемой величины;

\bar{x} — среднеарифметическое из m размеров деталей выборки.

Теория ошибок позволяет определить пределы, в которых будет находиться значение среднеарифметического при различном числе деталей.

Не приводя выкладок, укажем только, что степень приближения указанного равенства увеличивается при выборке из шести деталей в 15,5 раз по сравнению с выборкой из четырех деталей и в 27,7 раз по сравнению с выборкой из двух деталей.

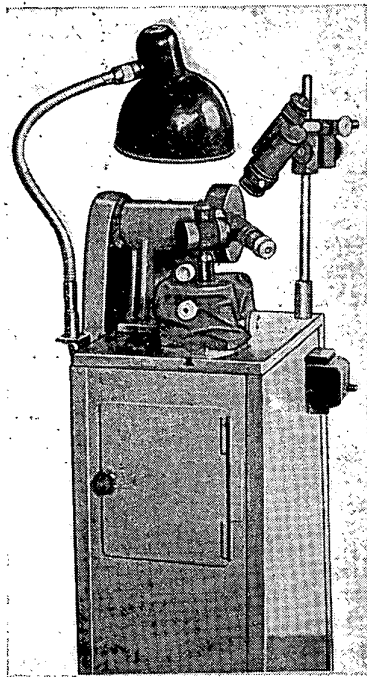
Автором с помощью статистических и точностных характеристик проведено исследование оптимальной выборки. С достаточной для практических целей точностью можно считать, что оптимальная выборка состоит из шести деталей.

Работники машиностроения и приборостроения!
Быстрее создавайте и осваивайте новые виды
высокопроизводительного оборудования и приборов,
настойчиво боритесь за оснащение народного
хозяйства передовой техникой!

Из Призывов ЦК КПСС к 1 Мая 1958 года.

Станок для точной заточки сверл малых диаметров

Ю. В. ЧАЙКОВСКИЙ



Станок для заточки сверл диаметром 0,2—3 мм.

Точность изготовления штампов, прессформ, форм литья под давлением и приспособлений во многом зависит от точности расположения координат центров технологических отверстий малых диаметров (0,2—3 мм).

В инструментальном производстве, чтобы обработать такие отверстия по 2—3-му классам точности с чистотой $\nabla \nabla 6$, их сверлят на координатно-расточном станке, а затем развертывают развертками или пушечными сверлами.

В этом технологическом процессе есть существенные недостатки:

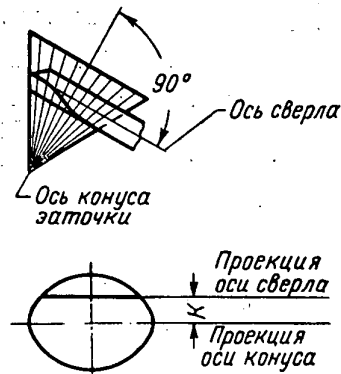
а) не обеспечивается необходимая точность размеров между центрами обрабатываемых отверстий (из-за увода сверла);

б) большинство инструментальных цехов не имеет возможности изготавливать риберы и пушечные сверла диаметром меньше 1,5 мм. Кроме того, стоимость разверток, риберов и пушечных сверл малых диаметров (1,5—3 мм) относительно высока.

При правильной заточке сверл для получения отверстий малых диаметров достаточно только сверления, без последующего развертывания.

Автором статьи сконструирован компактный (1600×455×274 мм) станок для точной заточки сверл (см. фигуру в начале статьи), оснащенный

оптическим устройством. На станке затачивают сверла диаметром 0,2—3 мм с углом при вершине между главными режущими кромками 60—120° и задним углом 14°. При этом можно обрабатывать оба пера сверла симметрично его оси как по конусу, так и по

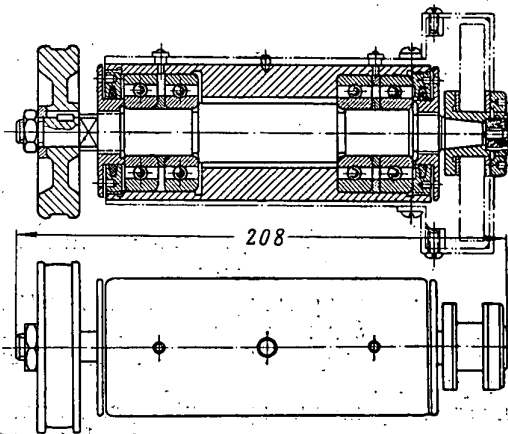


Фиг. 1. Схема расположения оси сверла при заточке.

плоскости. Сама ось сверла располагается перпендикулярно оси конуса (фиг. 1).

Станок состоит из станины, суппорта, сверлодержателя, шпинделя и оптической системы.

Станок приводится от двигателя мощностью 0,27 кВт и числом оборотов 2800 в минуту посред-



Фиг. 2. Шпиндель со шлифовальным кругом.

ством плоского хлопчатобумажного ремня. Шпинделю станка сообщается 5000 об/мин, что обеспечивает среднюю скорость резания 28 м/сек.

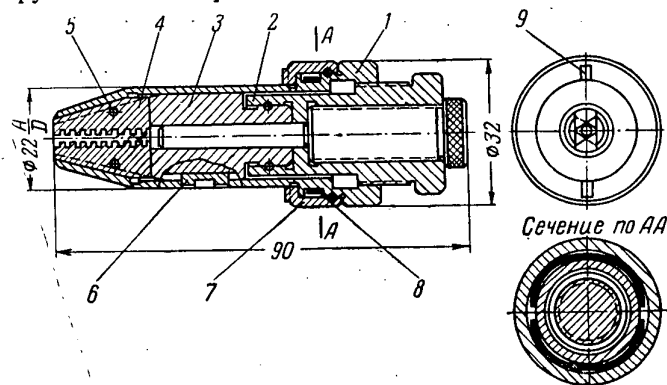
Шпиндель со шлифовальным кругом (фиг. 2) крепится в подставке, находящейся на станине. Передняя его часть монтируется на радиальноупорных, задняя — на радиальных подшипниках. Шпиндель рассчитан так, чтобы расширение при нагреве не на-

рушало его работы: подшипники задней части—плавающие (их наружные кольца свободно перемещаются); основное осевое усилие воспринимают подшипники передней части. Подшипники смазывают из прессмасленок, причем для предотвращения вытекания масла установлены сальниковые уплотнения.

Сверлодержатель (фиг. 3) помещается на суппорте и служит для сообщения сверлу, закрепленному в патроне, покачивания вокруг оси конуса заточки.

На конусной части корпуса 1 имеются деления, указывающие угол при вершине сверла, на который его необходимо установить при заточке. В корпусе, на шарикоподшипниках 3, смонтирован патрондержатель 6; с одной стороны он закрыт крышкой 7, а на другой находится узел, служащий для регулировки положения сверла. Оно определяется расстоянием между осью сверла и осью заточки, которое устанавли-

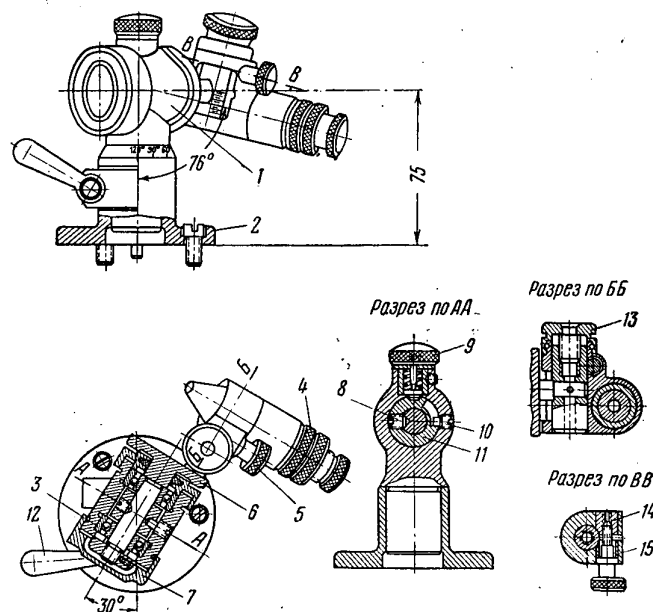
При разжиме кулачки разводятся цилиндрической пружиной 5. Патрон с зажатым сверлом вставляется



Фиг. 4. Универсальный патрон.

1—корпус патрона; 2—упорная втулка; 3—держатель кулачков; 4—кулачки; 5—цилиндрическая пружина; 6—шпонка; 7—рифленое кольцо; 8—плоская пружина; 9—сухари

ся в сверлодержатель так, чтобы сухари 9 рифленого кольца 7 вошли в его пазы. Корпус патрона пово-



Фиг. 3. Сверлодержатель.

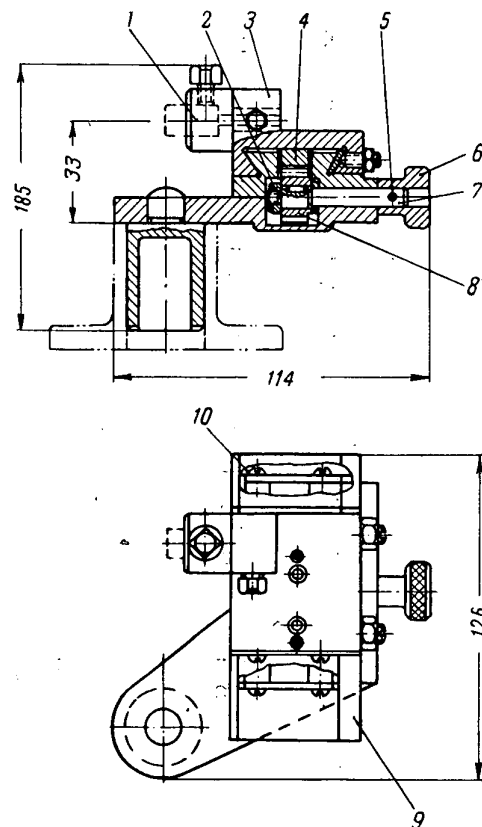
1—корпус сверлодержателя; 2—стойка; 3—шарикоподшипник; 4—патрон; 5, 10—винты; 6—патрондержатель; 7—крышка; 8—штифт; 9—фиксатор; 11—втулка; 12—рукоятка; 13—регулирующий винт; 14, 15—призмы.

ливается вращением регулировочного винта 13 и фиксируется винтом 5 и призмами 14 и 15. Качательное движение патрондержателя ограничено винтом 10 и пазом втулки 11.

При заточке режущих кромок сверла по плоскости патрондержатель поворачивается на 14° и закрепляется фиксатором 9.

Затачиваемые сверла крепятся при помощи патрона (фиг. 4). Сверло зажимается двумя кулачками 4, которые находятся в пазах держателя 3 кулачков, связанного с корпусом патрона 1 через шпонку 6.

Вращением упорной втулки по часовой стрелке перемещаются в осевом направлении держатель 3 кулачков и кулачки 4, которые, упираясь в конус корпуса патрона, подаются к центру и зажимают сверло.



Фиг. 5. Приспособление для правки круга.

1—державка; 2—гайка; 3—каретка; 4—рейка; 5—штифт; 6—ручка; 7—ось; 8—зубчатое колесо; 9, 10—кожухи.

рачивается до тех пор, пока режущая кромка сверла не примет горизонтального положения. (Для сцепления корпуса патрона с рифленным кольцом служит плоская пружина 8).

После этого покачиванием затачивается левое перо сверла. Затем патрон выводится из зацепления с корпусом сверлодержателя, поворачивается на 180°, снова фиксируется сухарями кольца в сверлодержателе, и процесс заточки повторяется.

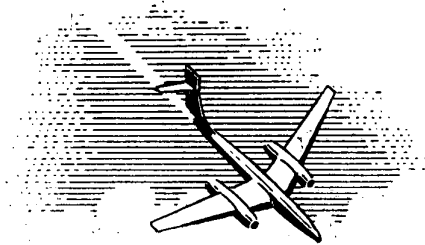
Для правки шлифовального круга сконструировано приспособление (фиг. 5), которое устанавливается на станке в стойке 2 сверлодержателя (см. фиг. 3) и закрепляется в нужном положении рукояткой.

При правке поворачивают ручку 6, насаженную на ось, на конце которой имеется зубчатое колесо,

связанное с рейкой. При этом зубчатое колесо через рейку 4 сообщает возвратно-поступательное движение верхней каретке 3, на которой закреплена державка 1 алмазного карандаша.

Подвод и подача приспособления осуществляются рукоятками суппорта. Чтобы предотвратить загрязнение направляющих во время правки абразивной пылью, их закрывают кожухами 9 и 10.

Станок внедрен в производство и обеспечивает централизованную заточку сверл указанных диаметров для всех координатно-расточных работ на заводе.



Рабочие и работницы, инженеры, техники и мастера!

Настойчиво внедряйте новую технику! Улучшайте

организацию производства, обеспечивайте ритмичную

работу предприятий, укрепляйте социалистическую

дисциплину труда!

Из Призывов ЦК КПСС к 1 Мая 1958 года.

ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА

Потоки с переменнo-групповым запуском деталей

Канд. техн. наук А. А. ЛИХАЧЕВ

Поточная обработка деталей в мелкосерийном производстве

В условиях мелкосерийного многономенклатурного производства агрегатостроительных заводов снижение трудоемкости и себестоимости изделий достигается, в основном, внедрением прогрессивных технологических процессов и механизацией ручных работ.

Однако даже при использовании оптимальных заготовок, высокопроизводительного оборудования и других усовершенствований трудоемкость механической обработки продолжает оставаться основной частью общей трудоемкости изделий. Это вызывается значительными затратами вспомогательного времени при работе по методу пробных проходов, недостаточной оснащенностью производства быстродействующей многоместной оснасткой, малым применением специализированного оборудования, большими внутрисменными потерями рабочего времени и рядом других недостатков, присущих мелкосерийному производству из-за частой смены изделий и небольших размеров партий.

Поэтому в области технологии и организации производства в настоящее время весьма актуальна проблема создания высокопроизводительных, гибких форм производства, позволяющих без значительных затрат и переоснащения переходить с мелкосерийного на массовое производство и с производства одних изделий на другие.

Резкого снижения трудоемкости и себестоимости мелкосерийного производства можно добиться только в результате повышения технического уровня заводов до такого состояния, при котором затраты средств и рабочего времени, а также трудоемкость изделий будут минимальными и мало зависящими от масштабов выпуска продукции. Основным путем в достижении таких условий является создание поточного мелкосерийного производства, в котором оснастка, оборудование и сами технологические процессы спроектированы так, что на переход с обработки одной детали на другую затрачивается минимальное время.

Организация поточной механической обработки деталей включает комплекс работ, которые должны проводиться в следующей последовательности:

а) конструктивно-технологическая классификация механически обрабатываемых деталей всех изделий, характерных для данного завода, с целью выявления групп деталей, которые можно изготовлять поточными методами;

б) создание высокопроизводительных типовых технологических процессов на групповые потоки с применением быстропереналаживаемого универсального и специализированного оборудования;

в) технологическая обработка конструкций деталей на основе требований, возникающих в процессе типизации технологических процессов;

г) проектирование быстропереналаживаемого высокопроизводительного оборудования или модернизация применяемого оборудования с целью его специализации для выполнения типовых операций в групповом потоке;

д) разработка быстродействующей оснастки с быстросменными зажимными элементами, универсальной в пределах типовых операций группового потока;

е) создание транспортных средств, обеспечивающих максимальную загрузку оборудования.

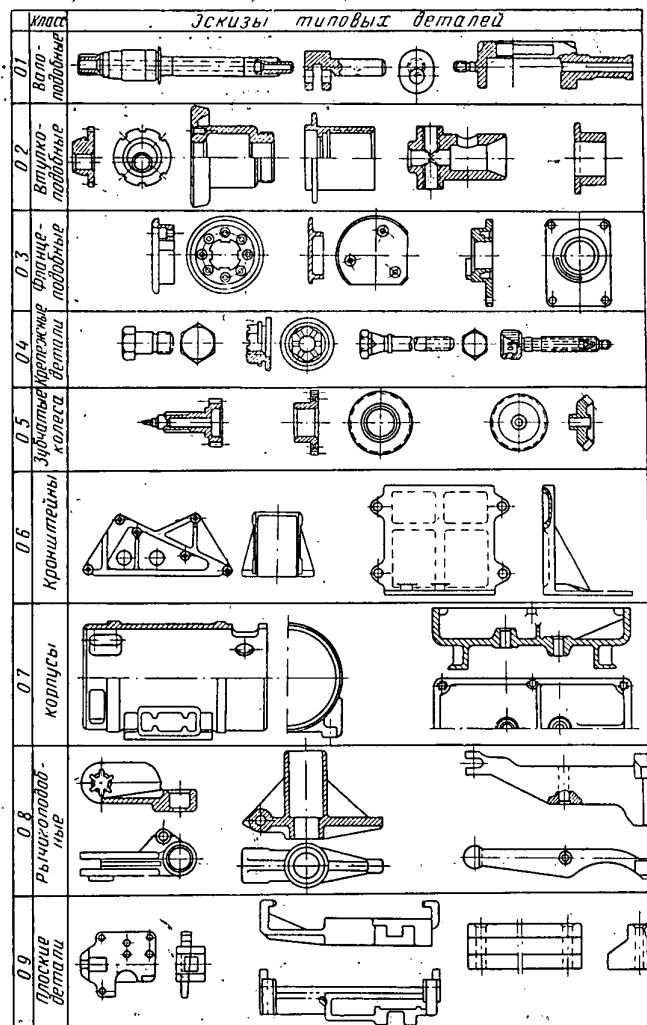
Главной задачей при выполнении указанного комплекса работ является осуществление непрерывной обработки деталей даже при небольших размерах партий; поэтому классами деталей, сходных по конструктивно-технологическим признакам, целесообразно называть такие совокупности, которые дают возможность организовать специализированные мелкосерийные поточные производственные участки.

В соответствии с этим детали объединяются в классы не только по сходству конфигурации, но и по сходству технологических процессов обработки и применяемого оборудования * (фиг. 1).

* А. А. Лихачев. Типовые технологические процессы — одна из основ поточного мелкосерийного производства и показатель технологичности изделий. «Вестник машиностроения», 1957, № 9.

Количество специализированных участков зависит в первую очередь от конструктивных особенностей всех изделий, находящихся в производстве, и поэтому не может быть постоянным для всех заводов.

Практика показывает, что создание типовых технологических процессов для поточной обработки групп деталей можно разделить на шесть основных этапов.



Фиг. 1. Конструктивно-технологические классы механически обрабатываемых деталей.

Первый этап — изучение и обобщение технологических процессов, применяемых в рассматриваемое время для обработки каждой группы деталей, сходных по конструктивно-технологическим признакам.

Второй этап — изучение и обобщение опыта промышленности (преимущественно опыта заводов с крупносерийным и массовым производством), накопленного при изготовлении аналогичных деталей или при выполнении сходных операций.

Третий этап — предварительная разработка типового технологического процесса обработки данной группы деталей, включающего современные до-

стижения промышленности; разработка заданий на проектирование оснастки, универсальной для данной группы деталей, и быстропереналаживаемого оборудования для обработки всех деталей, входящих в одну и ту же группу.

Четвертый этап — технологическая обработка конструкции деталей данной группы в соответствии с требованиями, возникающими в процессе типизации технологических процессов.

Пятый этап — выбор операций обработки каждой детали данной конструктивно-технологической группы на основании разработанного типового технологического процесса с определением трудоемкости каждой операции.

Шестой этап — проектирование переменного группового потока из условия максимальной загрузки оборудования по найденной трудоемкости операций; окончательное корректирование типового и индивидуальных технологических процессов; разработка заданий на проектирование быстросменной оснастки для каждой детали; вторичная технологическая отработка конструкции деталей в результате требований, возникших при создании типового поточного процесса.

Разработанный автором совместно с инженером Ф. Ф. Гузевым (НИАТ) типовой технологический процесс обработки группы валков электромашины (третий этап типизации) характеризуется концентрацией операций, достигаемой применением быстросменных многоинструментальных наладок (фиг. 2), обработкой по копиям, исключением лишних операций.

В результате окончательной отработки типового процесса на максимальную загрузку оборудования и непрерывность чередования операций, а также вторичной отработки конструкции деталей на шестом этапе типизации (после предварительной отработки на третьем этапе) типовой процесс сокращается с 29 до 18 операций, проводится дальнейшая концентрация операций и изменяется порядок некоторых из них (фиг. 3). Применение указанного поточного типового процесса на одном из заводов дает возможность снизить трудоемкость изготовления группы валков 10 наименований в два с половиной — три раза.

Для обеспечения поточности обработки в условиях малых серий конструкция деталей должна удовлетворять следующим требованиям:

а) размеры на чертежах должны проставляться так, чтобы технологическая, измерительная, а по возможности и конструктивная базы совпадали;

б) преобладающее количество элементов поверхностей (радиусы, размеры пазов, зубчатых рифлений, шпоночных канавок, длины и диаметры уступов) группы деталей, пригодных для обработки по единому технологическому процессу, должны быть либо одинаковыми, либо иметь минимальные различия;

в) наружные и внутренние контуры не должны препятствовать многолезвийной обработке;

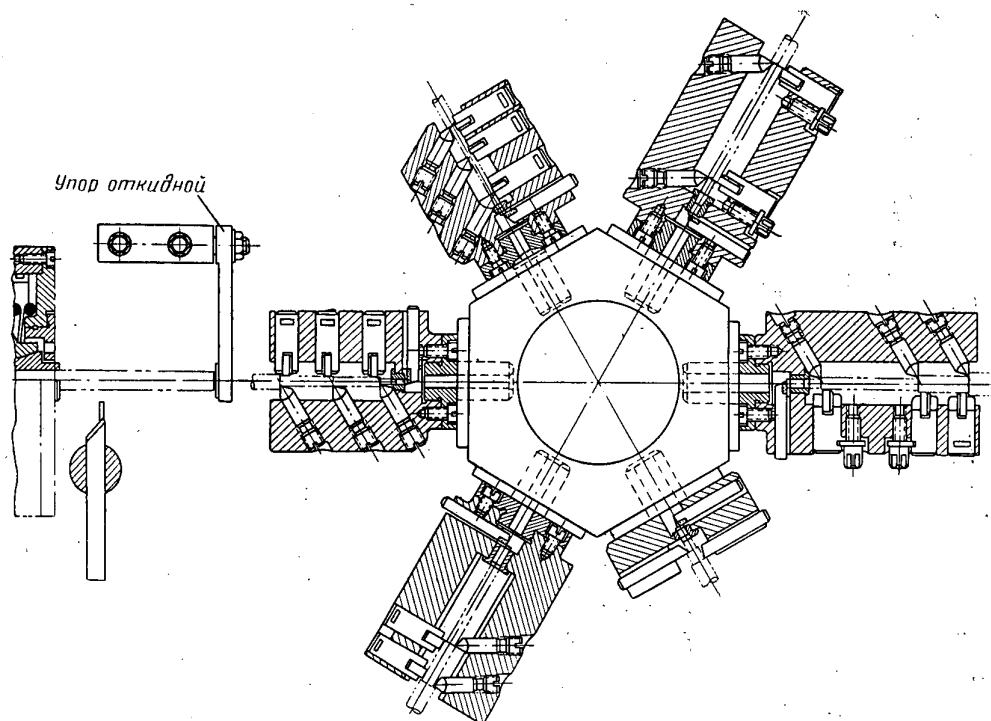
г) обработка на поточной линии должна вестись последовательно, без возвращения с последующих операций на предыдущие.

д) установочные технологические базовые поверхности деталей каждой конструктивно-технологической группы должны быть унифицированы по габаритным размерам и максимально возможно по конфигурации, чтобы обеспечить применение унифицированной наладки станков при несменяемой оснастке.

Даже такие незначительные конструктивные изменения, как унификация радиусов сопряжений или исключение проточек, дают большой экономический эффект в связи с устранением лишних переходов и операций, сокращением номенклатуры применяемого

Оборудование, предназначенное для поточного мелкосерийного производства, должно обеспечивать:

- а) возможность полной переналадки не менее одного раза в течение рабочей смены;
- б) быстрый переход с обработки одной детали на обработку любой другой из данной группы;
- в) значительно более высокую производительность, чем на сходном по типу универсальном оборудовании;
- г) возможно большее количество одновременно выполняемых операций (концентрация операций);
- д) обработку по методу настроенного оборудования.



Фиг. 2. Схема быстросменной многоинструментальной наладки revolverного станка для обработки группы валков электромашин.

режущего и мерительного инструмента. На фиг. 4 приводится пример технологической отработки валков электромашин для осуществления их поточной обработки.

На детали 1,а рекомендуется:

- а) изменить длину накатки на диаметре 6,2 Пр и 6,5 Пр и тип накатки под коллектор;
- б) уточнить угол профиля накатки (70°);
- в) ввести две перемычки $1 \pm 0,5 \text{ мм}$;
- г) ввести диаметр $7C_5$ на длине 2 мм и радиус 0,2 мм;
- д) ввести размер $12,5X_5$ и аннулировать размер $95 \pm 0,1 \text{ мм}$.

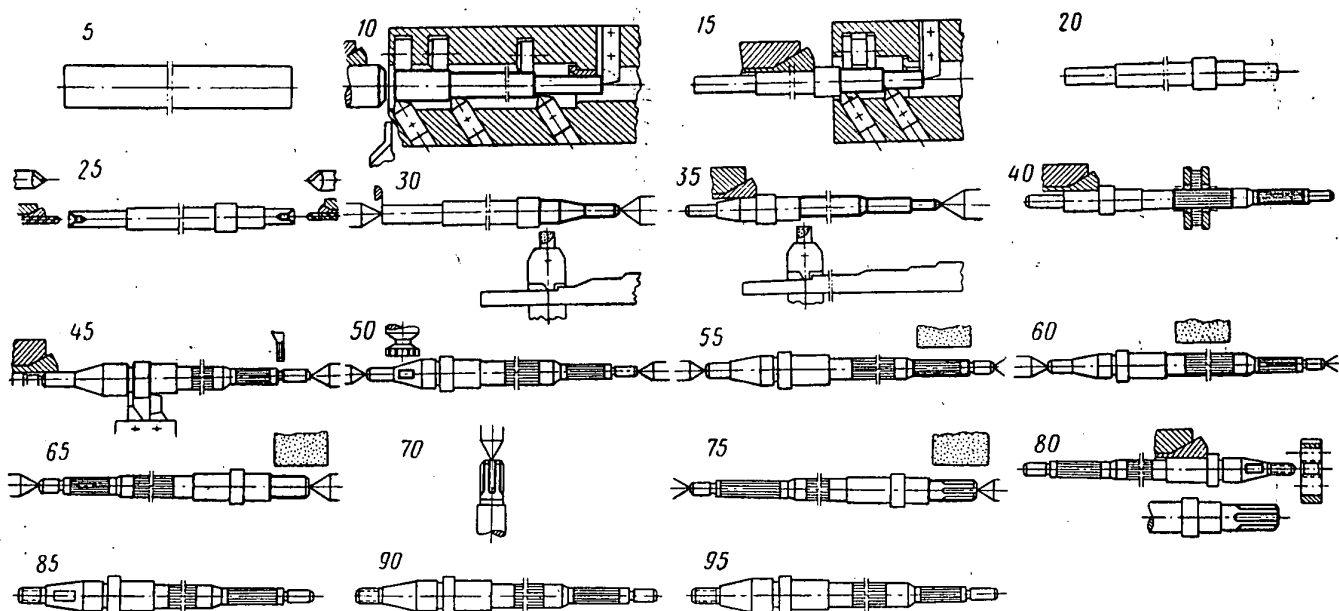
На детали 2,а рекомендуется изменить:

- а) длину накатки под коллектор и под пакет железа якоря;
- б) тип накатки под коллектор;
- в) шаг накатки под пакет железа якоря;
- г) размерную цепь и простановку размеров.

ния с высокой стабильностью получаемых размеров и форм поверхностей в партии деталей.

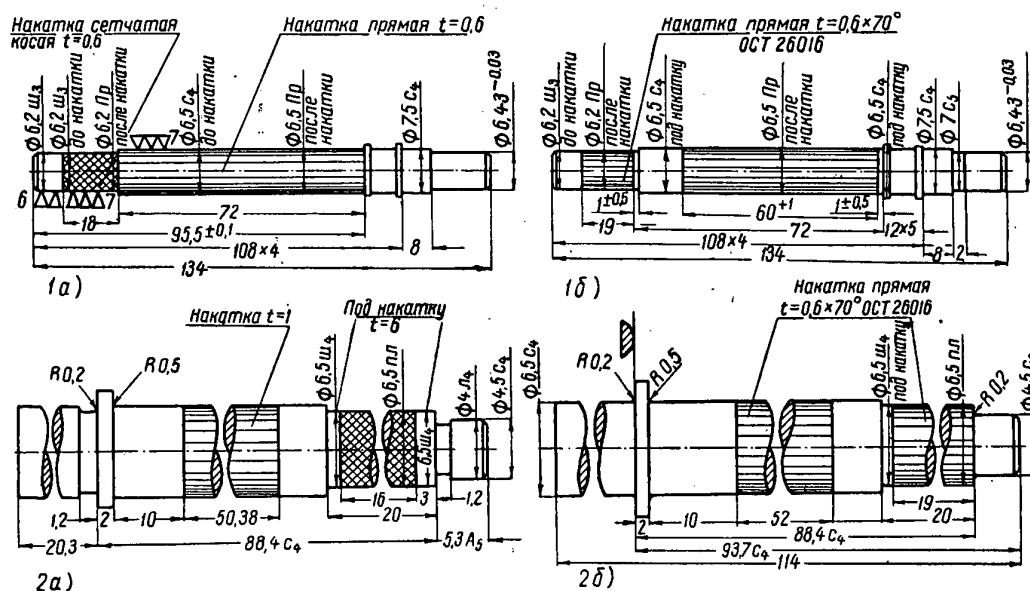
На фиг. 5 показан восьмишпиндельный сверлильно-резьбонарезной станок для мелкосерийного производства с передвижными шпинделями, разработанный автором совместно с конструкторами В. А. Нефедовым и Е. М. Абрамовым (НИАТ). Вместо обычного шкива на нем при резьбонарезании устанавливается трехступенчатый с планетарной передачей (фиг. 6), снижающий скорость вращения шпинделей до необходимой для нарезания резьбы; взамен сверлильных применяются резьбонарезные реверсивные патроны. Станок переналаживается по кондукторным плитам передвижением закрепленных на кронштейнах шпинделей в любом направлении.

Завершающим этапом работ по повышению технического уровня каждого производственного участка является создание быстропереналаживаемых по-



Фиг. 3. Типовой технологический процесс обработки валиков электромашин на переменнo-групповом потоке.

Диаметр валиков от 4 до 16 мм, длина от 60 до 160 мм. Операции: № 5—заготовительная (прессножницы Пельц), № 10, 15—предварительное обтачивание (револьверный 1318), № 20—термообработка (установка т. в. ч.), № 25—центрирование (полуавтомат НИАТ), № 30, 35—чистовое обтачивание (токарный ТС-135), № 40—накатывание рифлений (токарный ТС-135), № 45—протачивание канавок и подрезание торцов (токарный ТС-135), № 50—фрезерование шпоночных канавок, № 55, 60, 65—наружное шлифование (круглошлифовальный), № 70—нарезание шлиц (зубофрезерный), № 75—наружное шлифование (круглошлифовальный), № 80—нарезание резьбы (полуавтомат НИАТ), № 85—контроль, № 90—антикоррозийное покрытие (ванна), № 95—промывка и упаковка (ванна, верстак).



Фиг. 4. Технологическая отработка конструкции валиков электромашин (шестой этап типизации технологических процессов).

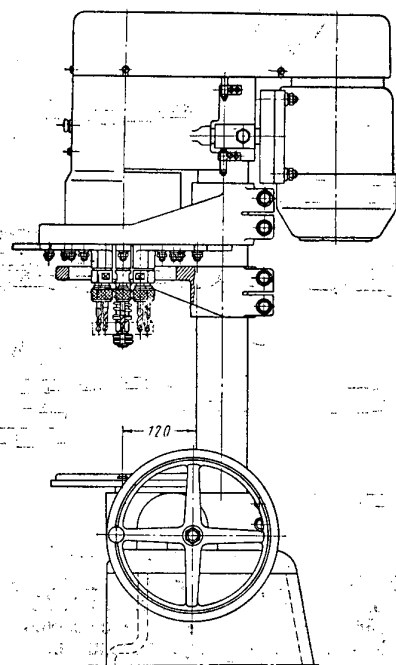
а—существующая конструкция; б—рекомендуемые изменения.

точных линий обработки групп деталей по типовым технологическим процессам.

При небольших партиях обрабатываемых деталей организация поточных линий и предметно-замкнутых

участков обычно считается нецелесообразной. В этом случае для снижения трудоемкости деталей, как правило, отбирают наиболее часто повторяющиеся, однотипные по конструкции и размерам детали, и

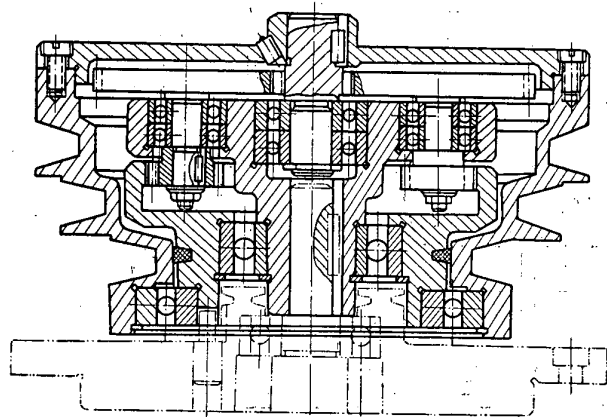
закрепляют их за определенными станками или производственными участками, создавая, таким образом, некоторую их специализацию.



Фиг. 5. Восьмишпindelный сверлильно-резьбонарезной станок.

Вполне естественно, что значительного экономического эффекта при этом не достигается, а общий технический уровень предприятия остается прежним.

К специфическим особенностям мелкосерийного многономенклатурного производства, препятствующим



Фиг. 6. Трехступенчатый шкив с планетарной зубчатой передачей.

прямому перенесению методов массового производства, наряду с малыми размерами серий и частой сменой изделий можно отнести:

а) значительное количество конструктивных изменений вследствие недостаточной отработки конструкции и чертежей изделий, передаваемых на серийные

заводы из ОКБ; это нарушает освоенные технологические процессы;

б) нецелесообразность создания крупных заделов деталей вследствие многочисленности указанных изменений и необходимости ритмичной подачи на сборку одновременно большого количества деталей различных, постоянно обновляемых изделий;

в) повторное изготовление партий деталей, связанное с конструктивными изменениями;

г) неритмичную подачу на участки материалов необходимого сортамента из-за малой потребности в них.

При попытках прямого перенесения методов организации массового поточного производства на мелкосерийное сразу же выявляется низкая загрузка оборудования на проектируемых поточных линиях и невозможность синхронизировать операции обработки группы деталей по типовому процессу. Для повышения загрузки приходится запускать партии деталей не менее, чем для трехмесячной программы, и передавать их от одного рабочего места к другому транспортными партиями также в размере трехмесячной программы. При этом коэффициенты загрузки оборудования удается повысить только до 0,5—0,6. Таким образом, работа по созданию поточных линий сводится к улучшению планирования загрузки участка. Вследствие специфических особенностей мелкосерийного производства разрабатываемые при этом графики движения деталей, а также загрузки оборудования быстро нарушаются и прерываемая работа не может быть использована в дальнейшем.

Методика организации поточной обработки в условиях мелкосерийного производства, разработанная автором статьи, исходит из условия сохранения точности обработки с максимальной загрузкой оборудования при минимальных размерах партий деталей (в размере месячной или даже двухнедельной программы) путем создания переменно-групповых поточных линий со свободным ритмом. С этой целью после определения на пятом этапе типизации трудоемкости операций обработки каждой детали данной группы строятся графики их движения в течение каждого часа двухсменной работы поточной линии. При проектировании оборудования этой линии предварительно расставляется в последовательности операций типового процесса, разработанного на третьем этапе типизации; затем строятся графики загрузки поточной линии в течение месяца.

При их составлении должны выполняться следующие условия:

а) для ритмичной подачи деталей на сборку и уменьшения незавершенного производства в виде заделов поточная линия в течение двух смен должна обеспечивать обработку деталей не менее двух наименований из данной группы в объеме их суточных заданий;

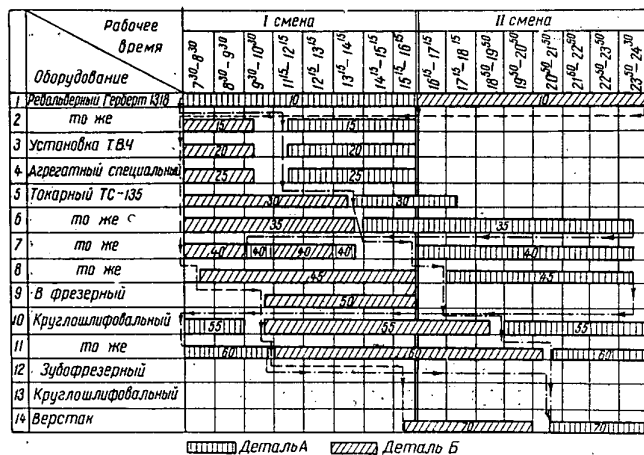
б) для исключения простоев оборудования из-за несинхронности операций при обработке деталей одного наименования следует создавать межоперационные заделы на рабочих местах за счет деталей других наименований, обрабаты-

ваемых на поточной линии в течение рабочего дня;

в) в целях одновременной обработки деталей двух-трех наименований следует перемещать их с одного рабочего места на другое не партиями, а поштучно, с помощью распределительных транспортирующих устройств;

г) для максимальной загрузки оборудования нужно соответствующим образом подбирать сочетания деталей данной конструктивно-технологической группы, одновременно обрабатываемых на потоке.

Учитывая, что затраты, связанные с достижением синхронности операций типизированных процессов (т. е. равенства или кратности их трудоемкости), не



Фиг. 7. График движения двух сопряженных деталей на поточной линии.

оправдываются при малых сериях, необходимо, по возможности, располагать эти операции в таком порядке, чтобы их трудоемкость последовательно либо убывала, либо возрастала. Наиболее удачного сочетания удается добиться, если малая загрузка оборудования на первых операциях процесса обработки одной детали с возрастающей трудоемкостью компенсируется большой загрузкой первых операций процесса обработки другой детали (ее можно назвать сопряженной) с убывающей трудоемкостью операций. Переналадку оборудования при этом желательно выполнять в обеденный перерыв и в перерыве между сменами.

На фиг. 7 показан график движения двух сопряженных деталей на поточной линии в наиболее общем случае, — когда соотношения в трудоемкости последовательных операций не закономерны.

Расчет загрузки переменного-группового потока выполняется в следующей последовательности.

1. Из группы выбирают деталь с наибольшей месячной программой.

2. В типизированном процессе этой детали находят операцию с максимальной трудоемкостью. По этой операции определяют производительность потока для данной детали в течение одной смены двухсменного рабочего дня:

$$N = \frac{T}{T_{\text{оп}}},$$

где N — количество деталей одного наименования, обработанных в течение рабочего дня (двух смен);

T — фонд времени одной рабочей смены (7,5 час.);

$T_{\text{оп}}$ — трудоемкость наиболее продолжительной операции.

3. Определяют рабочее время t_i , затрачиваемое на каждой операции процесса для изготовления N деталей:

$$t_i = NT_i,$$

где T_i — трудоемкость каждой операции процесса.

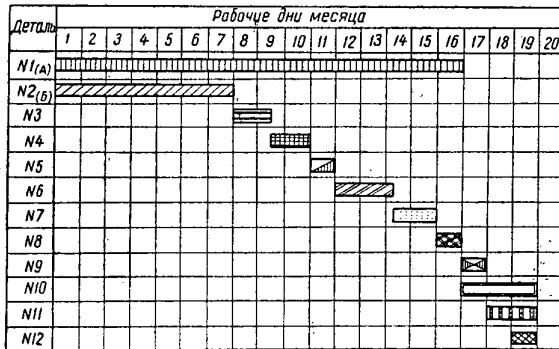
4. Для всех остальных деталей группы проводят аналогичные расчеты; данные о загрузке оборудования наносят на график, подобный изображенному на фиг. 7; по нему выявляют правильность выбора наиболее трудоемкой операции в качестве исходной для расчета и определяют в каждой группе сопряженные пары деталей, при одновременном запуске которых на поток оборудование будет работать с максимальной загрузкой.

В графике, приведенном на фиг. 7, целесообразным оказался расчет по первым операциям процессов, так как затраты времени на обработку N деталей на наиболее трудоемкой операции (№ 60 — см. фиг. 3 и 7) основной и сопряженной деталей A и B не компенсируются взаимно в течение рабочего дня (в сумме превышают двухсменный фонд рабочего времени), а загрузка оборудования на других операциях оказывается недостаточной. В связи с малой трудоемкостью операций № 15, 20, 25 (см. фиг. 3) эти операции обработки детали B перенесены из второй смены в первую, что высвобождает станки во второй и полностью загружает их в первой смене. Операция № 40 в несколько раз производительнее, чем последующая (№ 45), и не требует переналадки станка при переходе с обработки одной детали на другую; поэтому на том рабочем месте, где она осуществляется, в течение первой смены периодически чередуется обработка сопряженных деталей A и B с учетом непрерывности выполнения в первой смене последующей операции № 45 обработки детали B и создания задела деталей A на этой операции для второй смены.

На графике показано также, что момент начала каждой последующей операции устанавливается из расчета непрерывности работы на рабочем месте. Если трудоемкость последующей операции меньше трудоемкости предыдущей, то обработка партии (двухсменного задания) начинается после того, как в результате поштучной передачи деталей на рабочем месте накопится необходимый задел. В этом случае обработка партии на предыдущей и последующей операциях заканчивается одновременно. Если же, наоборот, трудоемкость предыдущей операции меньше трудоемкости последующей, то обработка партии на этих операциях начинается одновременно, так как поштучная передача деталей при этом обеспечивает непрерывность работы на последующем рабочем месте.

Для достижения максимальной загрузки оборудования на потоке приходится изменять порядок и со-

держание некоторых операций, а часть из них исключать или сокращать, вводя соответствующие изменения в конструкцию деталей. На этом заканчивается последний (шестой) этап типизации технологических процессов.

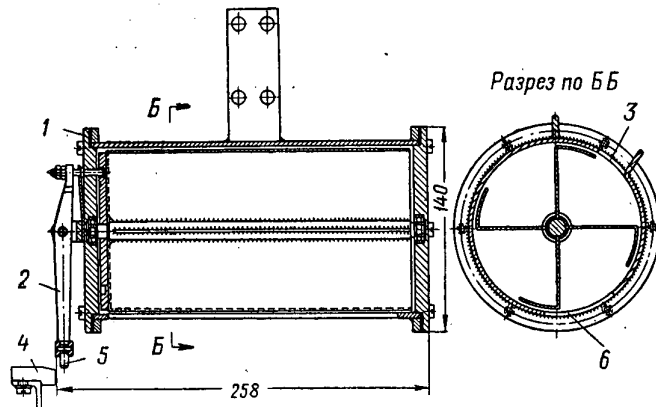


Фиг. 8. График переменнo-группового запуска деталей сопряженными группами на поточную линию обработки.

На фиг. 8 представлен график последовательности обработки группы деталей на поточной линии в течение месяца (25 рабочих дней), рассчитанный для выполнения месячной программы одного из заводов. На нем показано, что обработка на линии начинается с изготовления сопряженных деталей с максимальной программой изготовления, а затем, последовательно, всех остальных деталей группы в таком порядке, чтобы они подавались на сборку ритмично. Построение графика показало, что если сейчас участок занят выполнением программы все 25 рабочих дней месяца, то с внедрением поточной линии та же программа будет выполняться за 19 дней. Остальные шесть дней линия может быть использована для из-

гом непрерывного действия для обработки группы валиков электромашин по описанному выше типовому процессу (см. фиг. 3). На рабочие места могут одновременно поступать две сопряженные детали, поэтому у станков имеется по два склиза — каждый для своей детали. На склизы детали могут сбрасываться при прямом и обратном движении распределительных барабанов (фиг. 10).

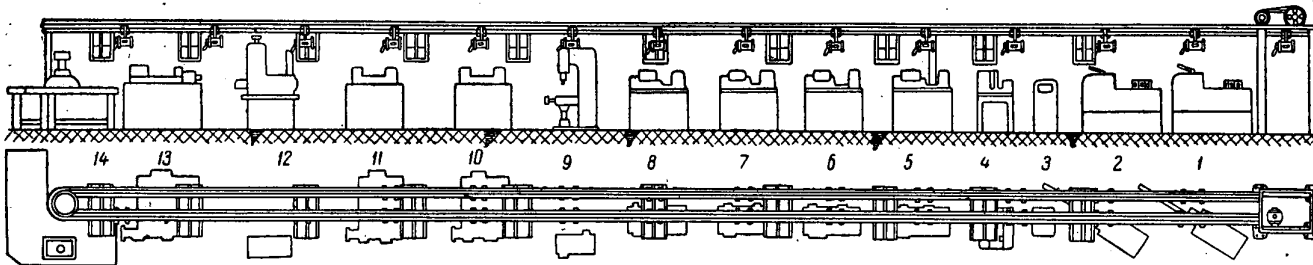
Необходимость в повторных сбрасываниях деталей на недостаточно загруженные рабочие места при



Фиг. 10. Распределительный барабан.

1—крыльчатка; 2—рычаг с фиксатором; 3—верхнее окно; 4—упор; 5—палец рычага; 6—нижнее окно.

обратном движении барабанов возникает в периоды резкого увеличения программных заданий или при запуске на поток деталей новых изделий, для обработки которых требуются дополнительные к типовому процессу операции.



Фиг. 9. Поточная линия с программным подвесным конвейером для обработки валиков электромашин.

готовления деталей другой группы того же конструктивно-технологического класса.

На рабочие места в потоке одновременно подаются две и более деталей различных наименований, одна из которых обрабатывается, а другие накапливаются для создания заделов с целью их обработки после соответствующей переналадки оборудования. Возникает необходимость в создании транспортирующего устройства для поштучной передачи деталей с одного рабочего места на другое по заданной программе.

На фиг. 9 показана разработанная под руководством автора поточная линия с подвесным конвейером

После соответствующей обработки деталь, положенная в открытое окно очередного подошедшего распределительного барабана, своим весом поворачивает крыльчатку 1 (фиг. 10) до упора в фиксатор (на рычаге 2) и закрывает створкой крыльчатки верхнее окно 3 для того, чтобы в этот же барабан не была положена на следующем рабочем месте сопряженная деталь с другим маршрутом. На рабочих местах устанавливаются в определенном положении упоры 4, при наталкивании на которые палец 5 рычага фиксатор 2 вытягивается, крыльчатка 1 поворачивается и деталь падает на соответ-

ствующий склиз через нижнее окно 6. При этом открывается верхнее окно для приема детали, обработанной на данном рабочем месте.

Заключительным этапом описанного комплекса работ по созданию потоков с переменнo-групповым запуском деталей является настройка распределительных конвейеров по заданному маршруту движения деталей.

Для организации поточной обработки деталей в условиях мелкосерийного производства необходимы следующие условия:

1. Изготовление на заводе таких изделий, совокупность деталей которых включает меньшее количество различных конструктивно-технологических классов и групп.

2. Объем производства каждой группы или совокупности нескольких групп деталей данного конструктивно-технологического класса, достаточный для рациональной загрузки каждой поточной линии.

3. Не менее чем трехмесячная длительность мелкосерийного производства каждого изделия.

4. Возможно меньшее количество изменений конструкции обрабатываемых на потоке деталей, во избежание введения дополнительных операций в действующие типовые технологические процессы.

5. Достаточное количество дублеров технологической и контрольно-измерительной оснастки, а также оборудования, обеспечивающее бесперебойную работу поточных линий.

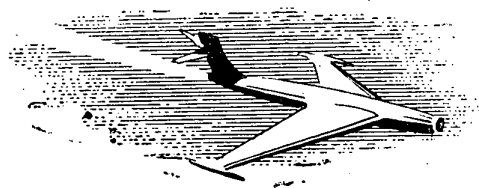
Выводы

1. Организация поточной обработки деталей в условиях мелкосерийного производства требует выполнения комплекса работ, включающих конструктивно-технологическую классификацию деталей, создание прогрессивных технологических процессов, универсальной быстроперенастраиваемой оснастки и оборудования, а также проведения технологических и организационных мероприятий, обеспечивающих бесперебойную работу поточных линий и поточных производственных участков.

2. В процессе подготовки производства к поточной обработке деталей технический уровень мелкосерийных заводов приближается к уровню крупносерийных и массовых, стирая резкую грань между этими типами производства.

3. Важнейшими результатами создания поточной обработки деталей являются сокращение сроков подготовки производства новых изделий, объема незавершенного производства и затрат на изготовление изделий, а также возможность быстрого перехода с мелкосерийного на массовое производство.

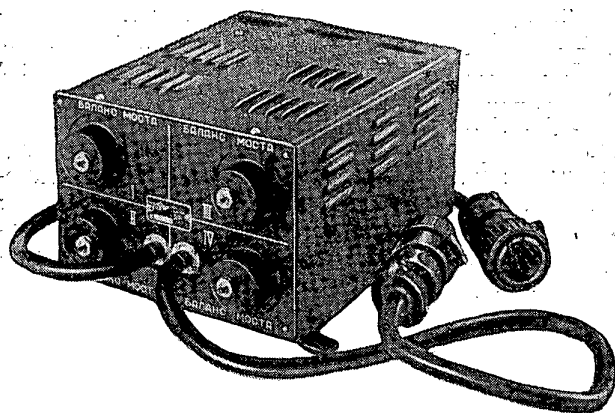
4. Проведение работ по созданию мелкосерийного поточного производства на всех этапах производственного процесса позволит перейти от проектирования отдельных видов высокопроизводительного оборудования и комплексной механизации отдельных процессов к организации высокопроизводительного мелкосерийного производства в целом.



В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЦЕХАХ и ЗАВОДСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

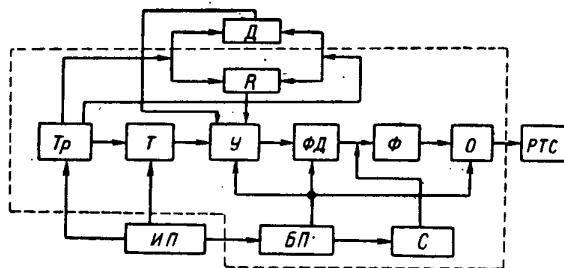
Тензометрический усилитель ТА-4

Л. А. ФРОЛОВ, В. С. ДЕМИДОВ и В. Н. КУЛЕБЯКИН



Усилитель.

Усилитель ТА-4 входит в комплект тензометрической аппаратуры, предназначенной для измерения в четырех точках статических и динамических деформаций, возникающих в деталях машин и других конструкциях в процессе их работы. Задающими



Фиг. 1. Блок-схема усилителя ТА-4.

ИП—источник питания; БП—блок питания; Тр—трансформатор питания мостов; Т—тарировочное устройство; Д—датчики; У—усилитель канала; ФД—фазочувствительный детектор; Ф—фильтр; С—каскад смещения нулевого сигнала; О—ограничитель напряжения; РТС—радиотелеметрическая станция.

и регистрирующими элементами аппаратуры являются тензодатчики и радиотелеметрическая станция. Усилитель работает с радиотелеметрическим устрой-

ством, что позволяет измерять деформации на объектах, управляемых на расстоянии.

Усилитель ТА-4 состоит из четырех однотипных трехламповых усилителей. Работа одного из каналов усилителя (фиг. 1) происходит следующим образом: датчики *Д* и сопротивления *R* образуют мост, который соединен с источником питания через трансформатор *Тр*, задающий напряжение несущей частоты 7,5 в, 500 гц.

Датчики при деформации на объектах меняют свое сопротивление, вследствие чего происходит разбаланс моста, и на его диагонали появляется напряжение несущей частоты, модулированное напряжением деформации. Это напряжение повышается усилителем *У* и подается на фазочувствительный детектор *ФД*, который выделяет сигнал модулирующей частоты (напряжение деформации). Составляющая несущей частоты задерживается фильтром *Ф*. Полученный на выходе сигнал пропорционален величине и соответствует направлению деформации.

Этот сигнал через ограничитель напряжения *О*, ограничивающий на выходе напряжение в пределах 0—6 в, подается на радиотелеметрическую станцию *РТС*. На эту станцию от тарировочного устройства *Т* через тот же канал усилителя периодически поступают нулевой сигнал и сигнал тарировки, которые служат эталоном при определении величины деформации.

Техническая характеристика усилителя ТА-4

Напряжение сети питания:

27 в \pm 10% — постоянный ток
40 в \pm 5% — переменный ток
6 в \pm 1% — постоянный ток

Потребляемая мощность:

при постоянном токе 27 в 3,5 вт
при переменном токе 70 вт

Продолжительность непрерывной работы 3 час.

Время прогрева 20 мин.

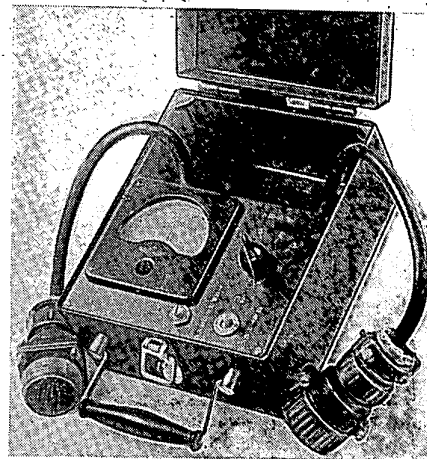
Число одновременно измеряемых процессов 1—4

Диапазон измеряемых деформаций (при одном активном датчике) $1 \cdot 10^{-3}$ и $10 \cdot 10^{-3}$ отн. ед.

Полоса частот, пропускаемая усилителем (включая высшую гармонику несинусоидального процесса)	0—15 гц
Коэффициент усиления каждого канала	0,6 в/мв
Величина нулевого сигнала на выходе усилителя при активной нагрузке 500 ком	$3 \pm 0,2$ в
Величина сигнала на выходе усилителя при активной нагрузке 500 ком и максимальной деформации (по отношению к величине нулевого сигнала $3 \pm 0,2$ в)	$\pm 2,3 \pm 0,2$ в
Погрешность усилителя (при колебании напряжения питания $\pm 5\%$)	1%
Нелинейность амплитудной характеристики усилителя	$\pm 3\%$
Погрешность усилителя от взаимного влияния каналов	$\pm 1\%$
Максимальная погрешность усилителя	$\pm 4\%$
Температурный диапазон работы	$+50 \div -50^\circ\text{C}$
Работоспособность при относительной влажности воздуха	до 98%
Работоспособность при давлении окружающей среды	760—18 мм рт. ст.
Сопротивление датчиков	200 ом
Чувствительность датчиков	2
Вибрация	до 6 г при частоте 40—600 гц и до 12 г при частоте 40 гц
Эталонные сигналы соответствуют деформациям	$\pm 1 \cdot 10^{-3}$ и $\pm 0,5 \cdot 10^{-3}$ или $\pm 10 \cdot 10^{-3}$ и $\pm 5 \cdot 10^{-3}$ отн. ед.
Время записи рабочего процесса между тарировками	19 ± 2 сек.
Время тарировки	1—1,5 сек.
Число импульсов за время тарировки	10—15
Вес усилителя	6 кг

Усилитель ТА-4 состоит из собственно усилителя (см. фигуру в начале статьи) и пульта настройки (фиг. 2).

Усилитель при монтаже жестко крепится через четыре отверстия к объекту. Настройка его произво-



Фиг. 2. Пульт настройки.

дится через пульт настройки и заключается в совмещении нулевых сигналов, подаваемых от тарировочного устройства и от датчиков. Балансировка мостов осуществляется посредством потенциометров «баланс моста», оси которых выведены на лицевую панель усилителя.

Новый метод приготовления микрошлифов из тонкой проволоки

К. П. ЩЕДРОВ

Прецизионные сопротивления находят широкое применение в счетно-решающих устройствах, схемах автоматики, точных приборах и аппаратах.

Выявление микроструктуры, величины зерна, интeркристаллитной коррозии, степени загрязненности проволоки неметаллическими включениями, определяющих качество металла прецизионных сопротивлений, очень важно для надежной работы приборов и автоматов.

В случаях разрушения прецизионных сопротивлений, наряду с изучением микроструктуры, необходимо установить причины и характер обрыва проволоки, наличие дефектов на ее поверхности (надрывы, трещин и др.).

Для обнаружения дефектов проволоки делают поперечные и продольные микрошлифы. Однако приготовление микрошлифов из тонкой проволоки (диаметром 0,05 мм и менее), применяемой для пре-

цизионных сопротивлений, обычно вызывает значительные затруднения. Существующие методы приготовления трудоемки, неудобны и, как показывает практика, часто не обеспечивают нужного качества микрошлифов.

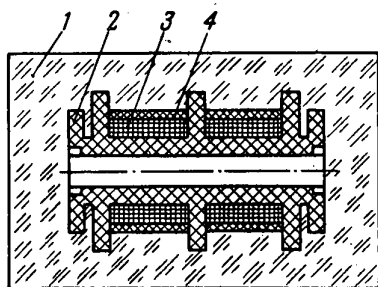
Н. Э. Тамм* рекомендует для получения поперечных микрошлифов из тонкой проволоки использовать специальные металлические держатели с необходимым числом отверстий, диаметр которых равен диаметру проволоки. В эти отверстия вставляются образцы проволоки и прижимаются винтами.

Практика показывает, что такой метод не обеспечивает надежной фиксации проволоки диаметром 0,03—0,05 мм и качественного приготовления микро-

* Н. Э. Тамм. Технология приготовления шлифов из микропроволоки. «Информационно-технический сборник завода», вып. 12 (96), 1957.

шлифов из нее; помимо этого, он весьма трудоемок и неудобен.

Нужное качество микрошлифов не достигается также при установке образцов проволоки в форме и заливке их серой, шеллаком или легкоплавкими сплавами. При заливке серой последняя в процессе шлифования выкрашивается и попадает на поверхность микрошлифа, а при заливке шеллаком невоз-



Фиг. 1. Катушка с нихромовой проволокой, залитая органическим цементом.

1—органическое стекло; 2—керамический каркас; 3—обмотка; 4—изоляция.

можно травление микрошлифа спиртовыми растворами.

Легкоплавкие сплавы, которые значительно мягче исследуемой проволоки, при шлифовании и полировании вдавливаются в форму, в результате чего плоскости сплава и микрошлифа не совпадают. Это приводит к заваливанию микрошлифов. Кроме того, затрудняется их травление, так как из-за контактирования двух разнородных металлов в присутствии травильного раствора образуется гальваническая пара.

Указанные недостатки устраняются при заливке порошочек органическим цементом.

Органический цемент * состоит из порошка и жидкости, которые после смешивания в пропорции 2:1 или 2:1,5 без нагрева постепенно затвердевают. Порошок представляет собой сополимер стирола и метилметакрилата, в который добавлен катализатор (перекись бензоила). Жидкость является мономером метилметакрилата с добавкой в качестве ускорителя 2%-амин (мономера).

Заливка органическим цементом проводится следующим образом: предварительно обезжиренный образец проволоки или катушки с намотанной проволокой помещают в жестяную форму, засыпают порошком органического цемента и заливают жидкостью. Для облегчения выхода пузырьков газа из цемента образующуюся корку необходимо разрушать стеклянной палочкой. При комнатной температуре цемент затвердевает через 20—30 мин.

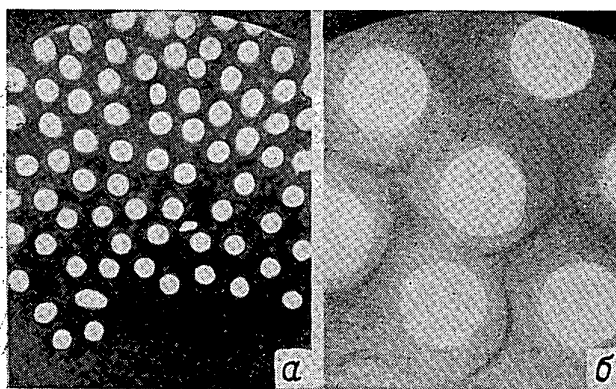
Блоки органического цемента с залитыми в них образцами проволоки или катушками легко извлекаются из форм.

* Изготавливался по рецепту НИИПП МХП.

На фиг. 1 показана катушка с нихромовой проволокой в оболочке органического цемента. Такую катушку в дальнейшем разрезают на части и подвергают шлифованию и полированию.

Для предотвращения нагрева образцы шлифуют либо вручную, либо на круге с малым числом оборотов (не более 100 в минуту). Во время шлифования, и особенно полирования, микрошлиф не следует сильно прижимать к диску, так как при этом возможно разогревание и размягчение оболочки у его поверхности, при которых контуры проволоки могут исказиться.

Микрошлифы из нихромовой проволоки полируют суспензией, представляющей собой частицы глинозема в воде во взвешенном состоянии. Поставляемый глинозем состоит из частиц с недостаточно острыми гранями. Поэтому рекомендуется получать алюми-



Фиг. 2. Микроструктура поперечного шлифа пучка нихромовой проволоки Х20Н80 диаметром 0,03 мм в органическом цементе до травления.

а—Х88; б—Х883.

ниевый порошок путем разложения сернокислой соли алюминия *.

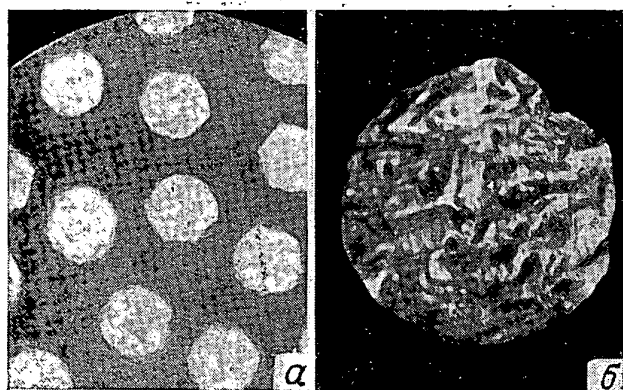
Полирование микрошлифа выполняется вручную, легким касанием мягкого сукна, увлажненного полировочным раствором.

Микроструктура поперечного шлифа пучка нихромовой проволоки Х20Н80 диаметром 0,03 мм, залитого органическим цементом, до травления показана на фиг. 2, а и б, а после травления на фиг. 3, а и б. На фиг. 4, а приведена микроструктура пучка проволоки с выявленной изоляционной оболочкой, расположенной по сечению проволоки.

Травление микрошлифов нихромовой проволоки ведут в растворе следующего состава:

Соляная кислота (концентрированная) .	10 мл
Серная кислота (концентрированная) . .	1 .
Медный купорос	2 .
Вода	10 .

* А. В. Смирнов. Выявление микроструктуры цинковых покрытий. «Заводская лаборатория», 1955, № 5.



Фиг. 3. Микроструктура поперечного шлифа пучка нихромовой проволоки X20H80 диаметром 0,03 мм в органическом цементе после травления.

а— $\times 383$; б— $\times 1416$.

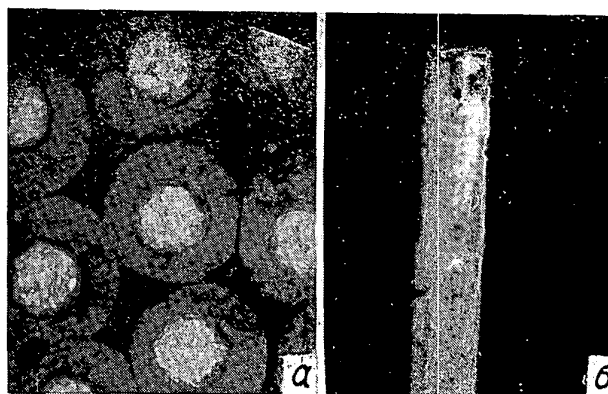
Температура раствора комнатная; продолжительность травления 40—60 сек. Травление и полирование повторяют два-три раза.

На фиг. 4,б приведена микроструктура продольного шлифа нихромовой проволоки диаметром 0,03 мм. Показанный образец проволоки был уложен на дно формы и залит органическим цементом по описанной в статье методике. Продольный шлиф получили путем последовательного шлифования.

Как видно из приведенных микроструктур, новый

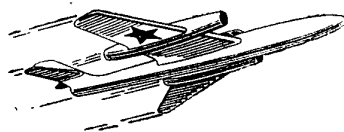
метод приготовления микрошлифов дает возможность выявить не только микроструктуру, но и контуры металла проволоки, толщину изоляционной оболочки, ее равномерность по сечению, дефекты проволоки.

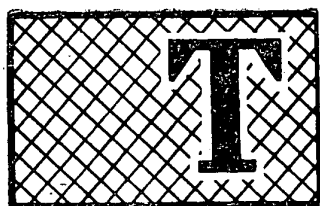
Метод заливки органическим цементом можно также рекомендовать для приготовления поперечных микрошлифов из мелких деталей (игл, крепежных деталей и др.), изучения микроструктуры и измерения микротвердости металлических покрытий.



Фиг. 4. Микроструктура нихромовой проволоки диаметром 0,03 мм ($\times 383$).

а—поперечный шлиф пучка проволоки с изоляционной оболочкой; б—продольный шлиф одной проволоки.





ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Меры защиты от электромагнитного излучения сверхвысоких частот

В. А. КРЫЛОВ

В современной авиации широко применяется радиоаппаратура с генераторами сверхвысоких частот. Производству такой аппаратуры на приборостроительных заводах уделяется все большее внимание. В связи с этим важное значение приобретает организация защиты лиц, занятых настройкой и испытаниями сверхвысокочастотных установок, от вредного облучения электромагнитной энергией. Последняя излучается главным образом антеннами и частично проникает через неплотности фланцевых соединений волноводных или коаксиальных линий и в местах выводов катодов генераторов (паразитные излучения).

Институтом гигиены труда и профессиональных заболеваний имени Обуха АМН СССР установлены следующие предельные нормы интенсивности облучения (по средней мощности):

а) в условиях длительного облучения (в течение всего рабочего дня) — 10 мквт/см²;

б) в условиях облучения не более 2 час. за рабочий день — 100 мквт/см²;

в) в условиях кратковременного облучения (15—20 мин. за рабочий день) при обязательном применении защитных очков — 1000 мквт/см².

Для измерения плотности потока мощности тем же институтом разработан прибор ИПП-10. Однако до последнего времени для этого применяются такие приборы, как измерители малой мощности 45И, ИММ-10, радар-тестеры 3ИИМ, РТ-10 и т. п., с эталонными измерительными антеннами, подключаемыми через аттенюаторы (фиг. 1). Измерительные антенны должны иметь широкую диаграмму направленности и для устранения сильных искажений в измеряемом поле — небольшие размеры. Для волн сантиметрового диапазона с этой точки зрения наиболее подходят антенны радар-тестера 3ИИМ или РТ-10.

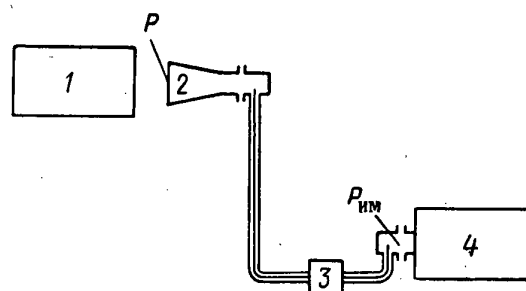
Плотность потока мощности в раскрыве антенны p (в мквт/см²) определяют по формуле

$$p = \frac{P_{\text{им}} K_{\text{тр}}}{A_{\text{эфф}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{им}}$ — мощность на высокочастотном входе прибора в мквт;

$K_{\text{тр}}$ — коэффициент затухания высокочастотного тракта, соединяющего антенну с прибором;

$A_{\text{эфф}}$ — эффективная поверхность антенны в см².



Фиг. 1. Схема измерения плотности потока мощности.

1 — источник сверхвысокочастотного излучения; 2 — измерительная антенна; 3 — аттенюатор; 4 — измеритель малой мощности.

Мощность на высокочастотном входе прибора $P_{\text{им}}$ устанавливают по показаниям шкалы прибора.

Коэффициент затухания $K_{\text{тр}}$ определяют по величине затухания в коаксиально-волноводной линии (или кабеле) и дополнительных аттенюаторах, если они установлены. Обычно эта величина приводится в формуляре прибора или же ее находят непосредственным измерением во время проверки на затухание по специальной методике.

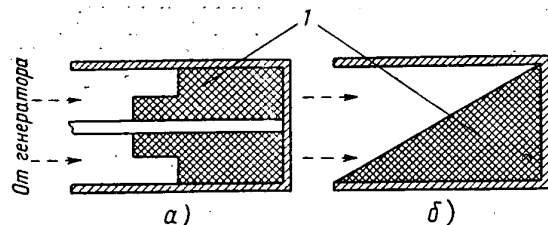
Эффективную поверхность антенны $A_{эф}$ получают по формуле

$$A_{эф} = \frac{G\lambda^2}{4\pi}, \quad (2)$$

где G — коэффициент усиления антенны;
 λ — длина волны в свободном пространстве.

Коэффициенты усиления G для рекомендуемых выше типов антенн приборов даются в формулярах (их можно найти также экспериментальным или расчетным путем).

Интенсивность облучения на каком-либо рабочем месте определяют следующим образом. Измерительную антенну прибора устанавливают в том месте, где нужно произвести измерение; сам прибор помещают дальше от источника излучения, в зону меньшей интенсивности облучения. После включения испытываемого сверхвысокочастотного генератора антенне придают такое положение, при котором показание на шкале прибора будет максимальным. По записанному отсчету, согласно инструкции по эксплуатации прибора, находят мощность на высокочастотном вхо-



Фиг. 2. Поглотители мощности сантиметрового диапазона.

а — коаксиальные; б — волноводные.
 1 — наполнитель.

де прибора $P_{из}$ и по формуле (1) определяют плотность потока мощности в раскрые антенны p , т. е. интенсивность облучения в данном месте.

При измерении интенсивности облучения полем мощного генератора, когда заведомо известно, что она больше допустимой по нормам, мощность генератора уменьшают в несколько раз, до уровня, при котором облучение безопасно. Затем, определив плотность потока мощности, ее нужно увеличить в то же число раз; в результате получится истинное значение плотности потока мощности.

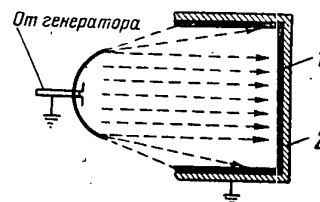
Для защиты работающих от действия электромагнитного излучения необходимо соблюдать следующие требования:

1. На концах волноводных и коаксиальных линий устанавливать поглотители мощности (эквиваленты антенн) типа ЭАВ-1, 52И-К1 (для волноводных линий) и типа ЭАК-1 (для коаксиальных линий). На фиг. 2 показаны два типа поглотителей мощности.

2. Источники излучения ограждать заземленными экранами из металлических листов или сеток. Для экранов использовать металл, обладающий достаточно высокой электрической проводимостью. При конструировании экранов учитывать характер и назначение излучения, а также величину излучаемой мощности. Сетку для экрана выбирают, исходя из та-

кой величины ослабления излучения (в дБ), при достижении которой проникающее излучение не превышает допустимую мощность.

В тех случаях, когда работа с установкой связана с непосредственным излучением в пространство, для предупреждения нежелательных отражений от экрана его поверхность надо покрывать поглощающим материалом, например, В2Ф2, В2Ф3, НАК (завода



Фиг. 3. Схема экранирования остро направленной антенны.

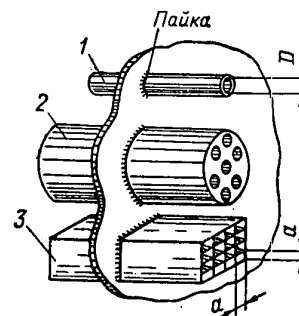
1 — поглощающее покрытие; 2 — экран.

«Каучук»), ХВ-2, ХВ-3, ХВ-10 (Владимирского химического завода) и др.

На фиг. 3 представлена схема экранирования остро направленной антенны.

В экранах из листового материала нужно делать смотровые окна и вентиляционные отверстия, закрывая их либо металлической сеткой, припаянной по всему периметру отверстия в экране, либо (при невозможности использования сетки) круглыми или квадратными металлическими трубами, впаянными в стенки экрана (фиг. 4).

Ослабление проникающей через трубку энергии (в дБ на 1 см ее длины) определяется по формулам:



Фиг. 4. Схема устройства отверстий в экранах.

1 — с помощью трубки; 2 — с помощью блока; 3 — с помощью решетки.

для круглой трубки диаметром D (см)

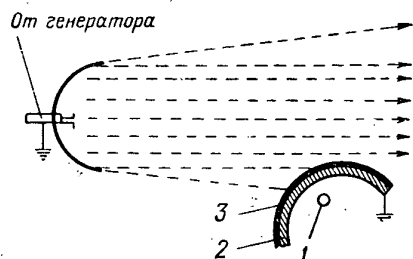
$$\alpha = \frac{32}{D} \text{ дБ/см},$$

для квадратной трубки со стороной квадрата a (см)

$$\alpha = \frac{27}{a} \text{ дБ/см}.$$

3. В тех случаях, когда источник излучения по условиям работы не может быть экранирован, экра-

низовать рабочие места. На фиг. 5 показан один из вариантов экранирования рабочего места, расположенного в зоне излучения, ширмой из металла с хорошей электрической проводимостью, покрытого поглощающим материалом. Для наблюдения за рабо-



Фиг. 5. Экранирование рабочего места.
1—рабочее место; 2—экран; 3—поглощающее покрытие.

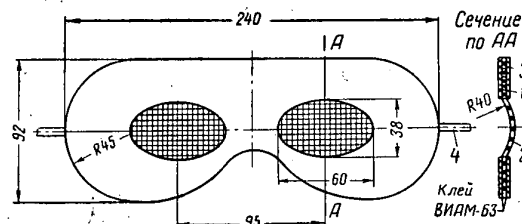
той испытываемой аппаратуры в ширме делают смотровые окна описанного выше типа.

4. Места паразитных излучений защищать замкнутыми экранами без поглощающих покрытий, так как отражение от стен экранов на режим работы установки влияния не оказывает.

5. Для защиты глаз применять очки (фиг. 6) образца Института гигиены труда и профессиональных

заболеваний имени Обуха, ослабляющие энергию до 10 дБ и поэтому рекомендуемые при интенсивности облучения не более 1000 мквт/см².

Каждое защитное устройство должно иметь паспорт с указанием диапазона частот и интенсивности излучения, для которых оно предназначено. Все защитные средства не реже одного раза в два месяца следует проверять в работе при максимальной мощности излучения.



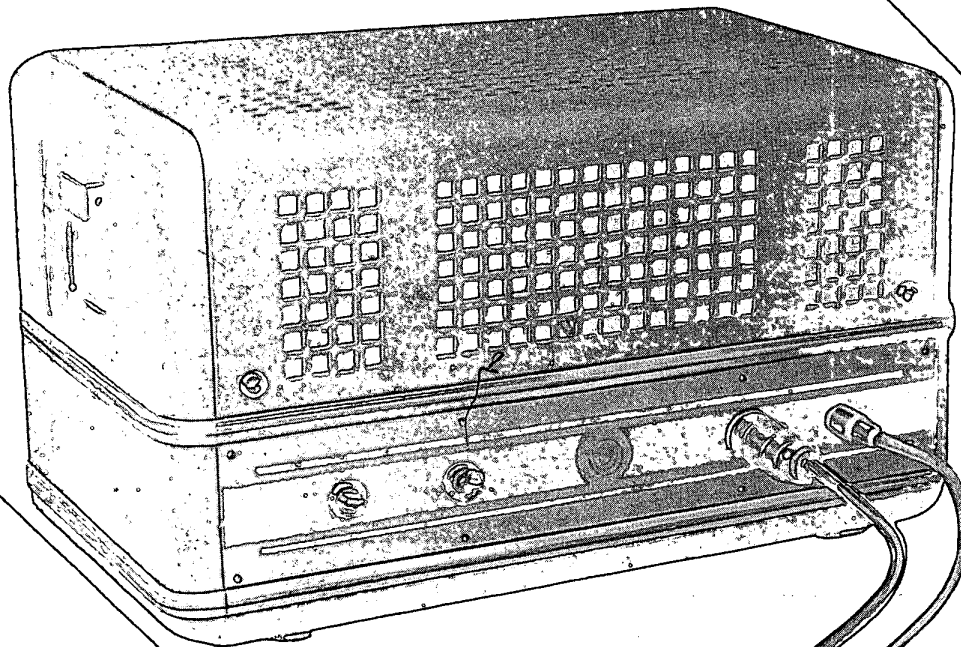
Фиг. 6. Защитные очки.

1—резина ХВ-3, ТУЭРО 023004; 2—сетка № 1, ГОСТ 3584—53; 3—хлорвинил черный; 4—жиперная лента.

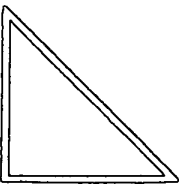
Выполнение перечисленных защитных требований и строгое соблюдение правил техники безопасности и промсанитарии при работе со сверхвысокочастотными установками обеспечат здоровые и безопасные условия труда.



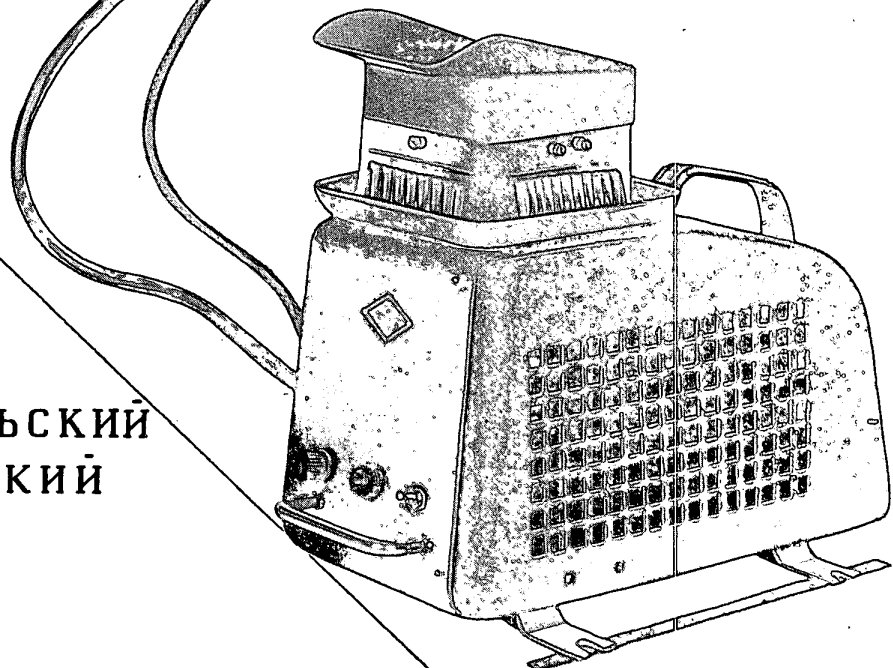
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПАЙКИ И ЛУЖЕНИЯ



УП-31



НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
ИНСТИТУТ



Ультразвуковая установка для пайки и лужения УП-31

Ведущий конструктор И. А. Козловская

Ультразвуковая ванна предназначена для пайки и лужения методом окунаия относительно крупных деталей из алюминия и его сплавов. Пайку ведут мягкими припоями без применения флюса. Расплавление и поддержание требуемой температуры припоя осуществляется с помощью нагревательного элемента, расположенного под днищем ванны и питаемого от понижающего трансформатора, установленного в задней части кожуха ванны. Ванна жестко соединена с магнитострикционным вибратором. Обмотка возбуждения вибратора подключается к выходному каскаду блока питания, поставляемого комплектно с ванной. Блок питания представляет собой ламповый усилитель, который благодаря введению положительной обратной связи образует совместно с вибратором автоколебательную систему. Частота генерируемого тока автоматически подстраивается в резонанс с частотой собственных колебаний вибратора.

Переменное магнитное поле ультразвуковой частоты, создаваемое обмоткой возбуждения вследствие эффекта магнитострикции, вызывает интенсивные колебания вибратора, которые через днище ванны передаются в расплавленный припой. Возникающая при этом кавитация вызывает разрушение оксидной пленки на поверхности алюминия. В дальнейшем лужение поверхности можно паять обычными методами, без применения ультразвука.

Ванна подключается к питающей сети гибким кабелем со штепсельной вилкой и к блоку питания — двумя гибкими кабелями со штепсельными разъемами. Блок питания соединяется с питающей сетью также гибким кабелем со штепсельной вилкой. На передней стенке кожуха ванны и блока питания расположены выключатели сети питания и сигнальные лампочки.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Рабочая частота	~ 22 кгц
Выходная мощность	300 вт
Напряжение источника постоянного подмагничивания	6 в
Ток постоянного подмагничивания	6 а
Питание от сети переменного тока	220 в, 50 гц
Мощность, потребляемая блоком питания	800 вт
Мощность, потребляемая нагревательным элементом ванны	500 вт
Внутренние размеры ванны	100×100×25 мм
Габаритные размеры:	
ванны	205×296×360 мм
блока питания	450×262×310 мм
Вес:	
ванны	14 кг
блока питания	28 кг

Чертежи ультразвуковой установки можно получить в НИТИ. Серийный выпуск будет организован на одном из заводов Ленинградского совнархоза в 1958 г.

ЗАВОДСКОЙ ОПЫТ

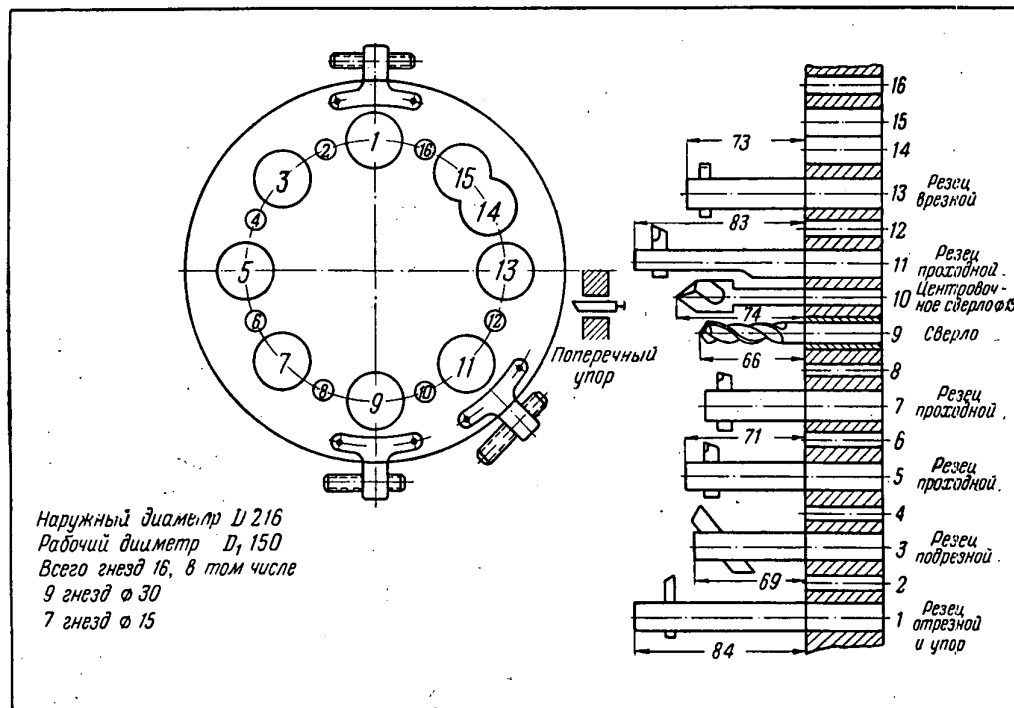
Опыт групповой обработки деталей

На заводе внедрен групповой метод обработки деталей на revolverных станках типа «Болей», «Флек» и «Питтлер».

Подготовка к внедрению этого метода была начата с разбивки всей номенклатуры деталей на группы по типам станков. При этом учитывались конфигурация, размер, точность

му технологическому процессу из существовавших на каждую деталь, входящую в данную группу. Настройку выполнял опытный наладчик. По этой настройке изготовлялось по несколько штук каждой детали; при этом окончательно уточнялась настройка. Часть деталей, не подошедших к данной настройке, переводили

ские мероприятия. Например, шести-гнездные revolverные головки на станках «Болей» и «Флек» заменили семигнездными. Рабочие места оборудовали тумбочками, удобными для хранения инструмента и технической документации. Для обработки некоторых деталей был спроектирован и изготовлен специальный режущий и



Фиг. 1. Типовая карта настройки revolverного станка «Питтлер».

обработки, необходимое количество переходов и материал детали, а также фактическая загрузка станка. Из группы деталей, предназначенных для обработки на данном станке, выбирали деталь, для обработки которой требуется максимальное количество гнезд под инструмент в revolverной головке. Типовую настройку проводили по наиболее совершенно-

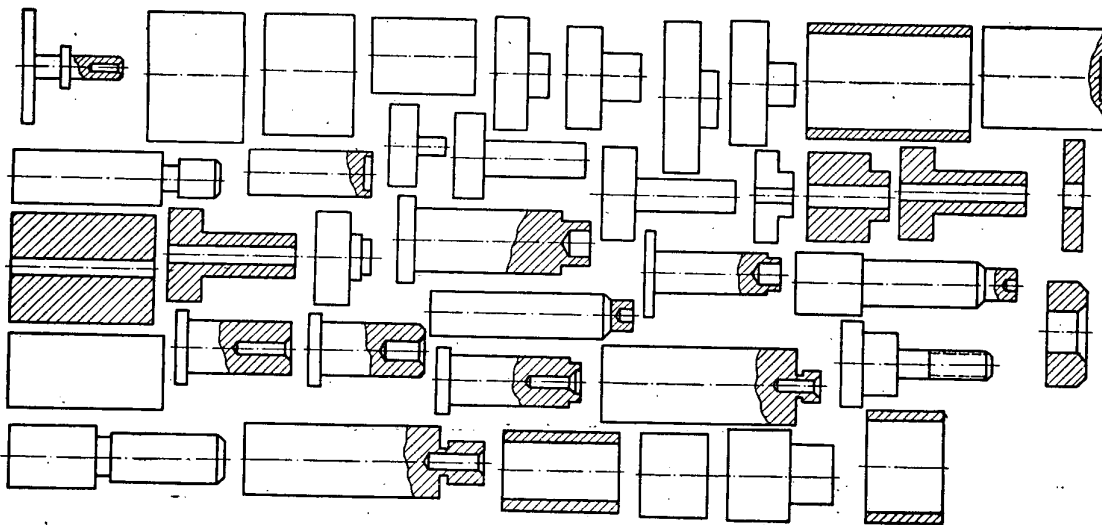
в другую группу или создавали новую группу с отдельной типовой настройкой.

Уточненную настройку фиксировали в технической документации и составляли операционный технологический процесс на revolverную операцию для каждой детали.

Одновременно были проведены и некоторые организационно-техниче-

мерительный инструмент. Всего создано 20 типовых revolverных настроек, по которым обрабатываются детали 483 наименований.

В результате внедрения группового метода обработки деталей улучшено планирование, повышена производительность труда, упорядочено нормирование, сокращено время разработки технологических процессов на



Фиг. 2. Эскизы деталей, обрабатываемых на револьверном станке «Питтлер» по типовой карте настройки.

аналогичные детали, которые прикрепляются к той или иной настройке. Настроечные карты служат типовым образцом для разработки технологического процесса. На фиг. 1 по-

казана типовая карта настройки револьверного станка «Питтлер», по которой с незначительной переналадкой обрабатываются 39 деталей (фиг. 2).

Завод намеревается создать групповые технологические процессы обработки деталей на токарных и фрезерных станках.

С. С. Иткин и Ш. Э. Крачак

Новая технология травления циферблатов

Изготовление циферблатов авиаприборов методом травления во многих случаях не может быть заменено печатанием или чеканкой. Обычно процесс химического травления ведут в растворе хлорного железа; он длится 20—30 мин. и сопровождается обильным выделением вредных паров кислот.

Электрохимическое травление также занимает продолжительное время (15—20 мин.), требует подводки электрического тока и приспособлений, обеспечивающих хороший контакт. В качестве электролита используется дефицитная фосфорная кислота. При этом часто получается брак из-за затравливания цифр и делений вследствие разрушения эмульсии фосфорной кислотой.

На заводе в настоящее время циферблаты изготовляют методом химического травления в растворе следующего состава:

Сернокислая медь ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	200 г/л
Хлористый натрий	200 "
Соляная кислота	100 "

Для равномерного травления поверхность циферблатов после обжига очищают от следов эмульсии и окис-

ной пленки, подтравливая их с помощью мягкой щетки раствором того же состава в течение 3—5 сек. Затем циферблаты располагают в корзине с ребристыми стенками из винипласта на расстоянии 4—5 см друг от друга и погружают в ванну с раствором для травления на 1 мин. Температура ванны 18—20°С. В процессе травления на поверхности циферблатов выделяется осадок губчатой меди, который смывают в холодной воде щеткой.

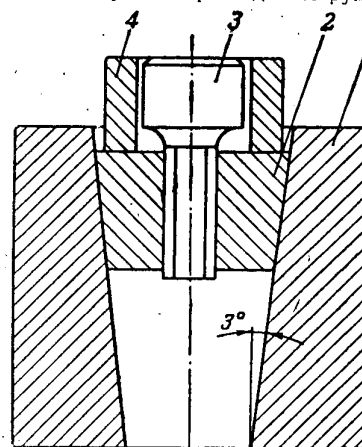
Ванну можно изготовлять из винипласта. Так как в процессе травления раствор нагревается, предусматривается водяное охлаждение (возможно охлаждение сухим льдом). Раствор корректируется добавлением сернокислой меди в соответствии с анализом.

Предложенный метод химического травления значительно снижает трудоемкость технологического процесса и резко снижает брак при изготовлении циферблатов. На основе проведенной работы необходимо пересмотреть РТМ812 (5008-03).

Канд. хим. наук
О: С. Стрекалова
и А. А. Чистовский

Холодное выдавливание гравюр штампов и прессформ

В инструментальном цехе завода применен способ холодного выдавливания гравюр штампов и прессформ сложной конфигурации, что позволило резко сократить расход инструмен-



Фиг. 1. Приспособление для обжига матриц-вставок.

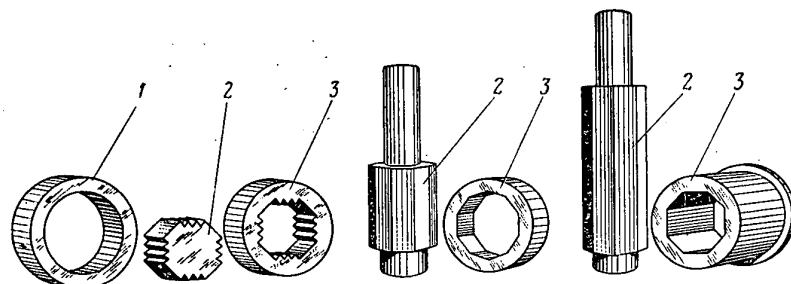
1—обойма; 2—заготовка матрицы; 3—пуансон; 4—кольцо.

тальных легированных сталей, снизить трудоемкость изготовления, повысить качество, высвободить уникальное оборудование. Одной из разновидностей выдавливания является

обжатие, которое используется при глубоком профиле матриц. Для обжатия применяется несложный вспомогательный инструмент.

На фиг. 1 показано приспособление, в котором выполняется эта операция. Из инструментальной стали изготавливают обойму 1, закаливают до твердости $R_c=54\div56$ и конусное

направлении. Под давлением пресса кольцо 4 запрессовывает заготовку с пуансоном в обойму, благодаря чему в ней возникает деформация сжатия и происходит заполнение рельефа пуансона. После изготовления матриц-вставок (фиг. 2) их запрессовывают в плиту или в корпус пресс-формы (фиг. 3).

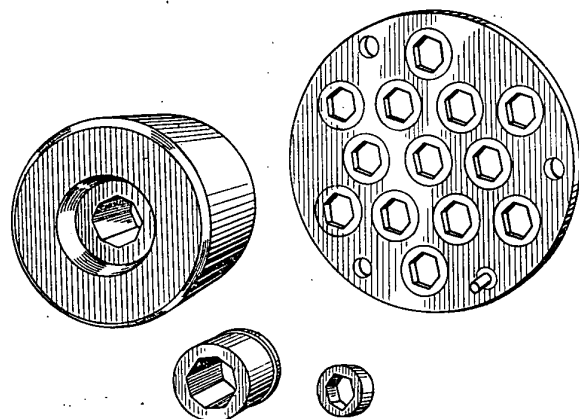


Фиг. 2. Заготовка матрицы (1), пуансоны (2) и матрицы-вставки (3).

отверстие обрабатывают до 10-го класса чистоты. В заготовке матрицы 2 делают полированное отверстие с диаметром несколько большим (0,05—0,1 мм), чем наружный диаметр пуансона 3, с тем, чтобы по-

Такой способ получения прессформ дает возможность экономить сталь ХВГ, так как по старой технологии прессформу изготавливали из целой заготовки.

Метод холодного выдавливания



Фиг. 3. Прессформы с запрессованными матрицами-вставками и матрицы-вставки для них.

следний свободно входил в это отверстие. Наружный диаметр заготовки 2 протачивают по конусу обоймы, заготовку вставляют в обойму 1, затем устанавливают пуансон 3 и кольцо 4. Профиль пуансона соответствует нужной гравюре.

Обойма удерживает металл заготовки под высоким давлением; в этом случае металл течет в требуемом

позволяет устранить ручную обработку конусных полостей матриц различной конфигурации, высвободить рабочих высокой квалификации и снизить трудоемкость. Цехом изготовлены методом обжатия прессформа с гнездом глубиной 52 мм для восьмигранной детали и некоторые другие.

М. Н. Клементьев

Пневматическая полировальная машинка

На заводе внедрена пневматическая машинка для полирования поверхностей деревянных деталей (фиг. 1).

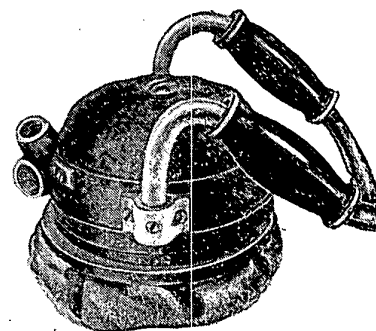
Корпус машинки (фиг. 2) изготовлен из дуралюмина. В приливе кор-

пуса смонтирован пусковой механизм. К приливу с помощью штуцера присоединяют резиновый шланг — воздухопровод. Цилиндр имеет отверстие для выпуска отработанного воздуха. Корпус и цилиндр составляют

статор пневматической полировальной машинки.

В корпусе находятся соответствующие полости и каналы для воздуха. Рабочие камеры образуются статором, лопатками и ротором. В теле ротора сделаны отверстия для уменьшения его веса. По ободу ротора симметрично прорезаны пазы, в которые вставлены текстолитовые лопатки. Так же по ободу под углом к пазам лопаток просверлены отверстия согласно числу лопаток. Проходя по этим отверстиям из рабочих камер, воздух давит на торцы лопаток и прижимает их к телу цилиндра (статора), обеспечивая соответствующее уплотнение. Такая система устраняет необходимость устанавливать под лопатки (в пазы ротора) пружины.

Вал ротора опирается на шариковые подшипники, запрессованные в крышки статора. Снизу к корпусу машинки винтами присоединен диск,



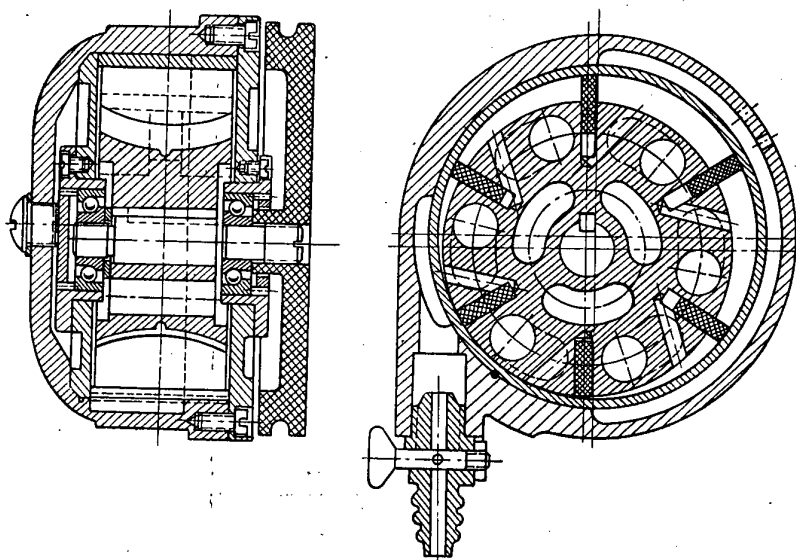
Фиг. 1. Пневматическая полировальная машинка.

который создает устойчивое положение всех деталей, расположенных внутри машинки.

Между ступицей ротора и внутренней обоймой шарикоподшипника установлена калиброванная шайба, обеспечивающая постоянный зазор между ротором и дисками. К концу вала на резьбе присоединен резиновый диск, к которому крепится авиационный войлок. Пусковое устройство состоит из штуцера с кранком для регулирования поступления воздуха в машинку и тем самым скорости вращения ротора.

Техническая характеристика полировальной машинки

Тип двигателя	пневматический роторный
Давление воздуха	4—6 кг/см ²
Максимальная скорость вращения ротора	5000 об/мин
Удельный расход воздуха	1,25 м ³ /мин
Диаметр корпуса	112 мм
Вес	1,0 кг



Фиг. 2. Устройство полировальной машинки.

Внутренний диаметр шланга, подводящего сжатый воздух. . . 12 мм
Машинка удобна для полирования не только горизонтальных, но и наклонных поверхностей.

На заводе в результате внедрения машинки производительность труда повысилась примерно в три раза при высоком качестве полирования.

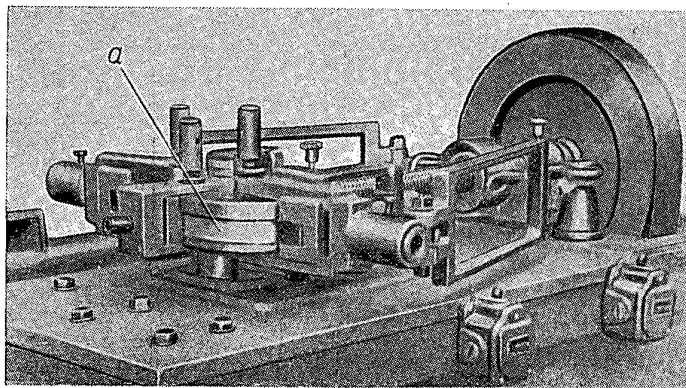
А. В. Васин

Станок для гибки прямоугольных труб

На заводе внедрен станок для гибки прямоугольных труб (см. фигуру).

Станок имеет электродвигатель,

ся одновременно с двух сторон. Для предотвращения задигов на внутренних поверхностях трубы между оправкой и стенками заклады-



а — изгибаемая труба.

ходовой винт и систему рычагов. Внутри трубы заводится мерная оправка, соединенная с рычагами. При включении электродвигателя ходовой винт приводит в движение специальную гайку, которая тянет рычаги с оправками, и трубы изгибают-

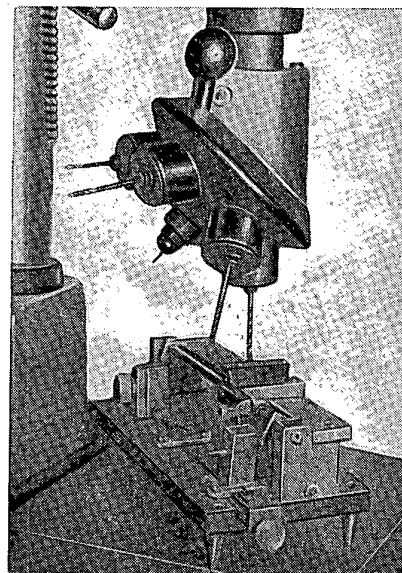
вают две прокладки из фольги. Радиус гибки можно изменять с помощью вкладышей. Применение станка позволило повысить производительность гибки на 50%.

Б. И. Петунов

Пятишпиндельная сверлильная головка

Автор статьи сконструировал пятишпиндельную сверлильную головку (фиг. 1), которая была изготовлена и используется на сверлильных настольных станках С-8 Владимирского завода, для сверления, зенкования, разворачивания и нарезания резьб диаметром до 8 мм. Головка имеет небольшой вес, малые габаритные размеры и переключается вручную без остановки станка.

Головка (фиг. 2) состоит из вертикально перемещающегося корпуса и



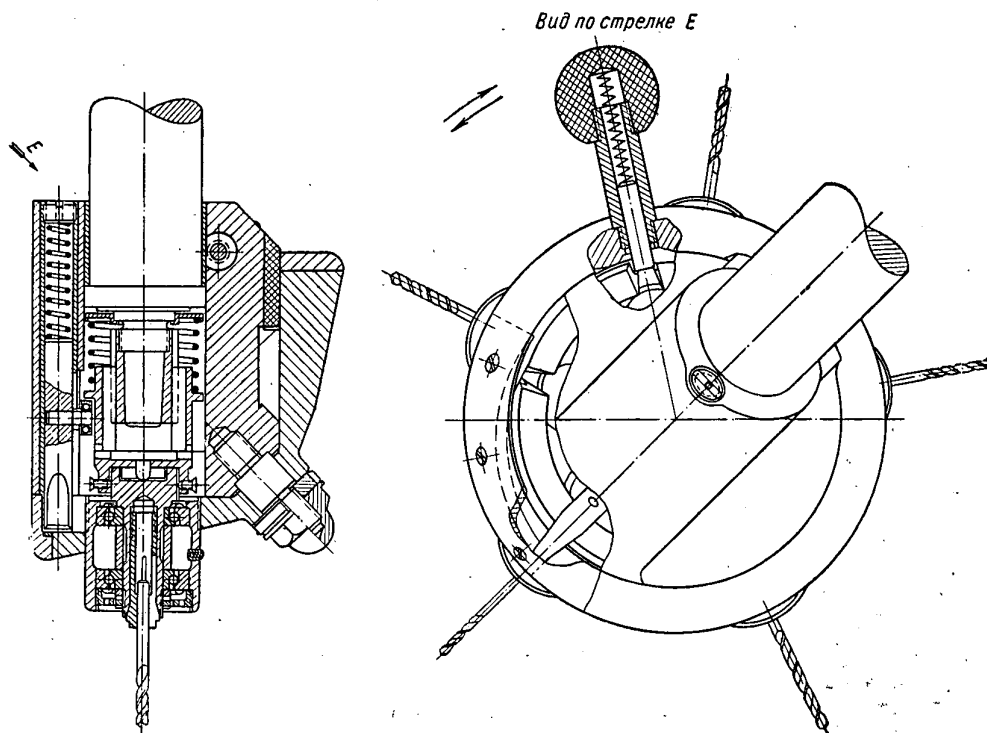
Фиг. 1. Пятишпиндельная сверлильная головка.

поворотного корпуса. В поворотный корпус ввинчены пять гильз, в которых на радиально-упорных подшипниках установлены шпиндели. В шпинделях инструмент может закрепляться при помощи цанг или сверлильных патронов; последние устанавливают на переходных хвостовиках. Установка и фиксация поворотного корпуса выполняются вручную на ходу станка.

Головка закрепляется на пиноли станка зажимом с двумя сухарями. Вращение от шпинделя станка к шпинделю головки передается через втулку, сидящую на конусной части шпинделя станка, муфту и крестообразный поводок.

Для предотвращения ударной нагрузки, возникающей в момент соединения муфты со шпинделем головки на ходу, в муфте установлен синхронизатор предельного давления, состоящий из восьми вкладышей и спиральной пружины.

Муфта опускается вниз под действием пружины, которая своими торцами упирается в буртик муфты и опорное кольцо, сидящее в выточ-



Фиг. 2. Устройство пятишпиндельной головки.

ке шпинделя станка. В рабочем положении фиксатор, который перемещается в бронзовой втулке, запрессованной в корпусе, под действием пружины входит в паз поворотного корпуса. Другим концом фиксатор

опирается на копи, закрепленный в поворотном кольце. Муфта при этом соединена со шпинделем головки.

Головка нормально работает при скорости вращения 25—10 000 об/мин. На заводе в результате внедрения

пяти описанных головок вспомогательное время на сверлильных операциях сократилось на 60% и высвободилось до 20 настольных сверлильных станков С-8.

Г. И. Эйзер

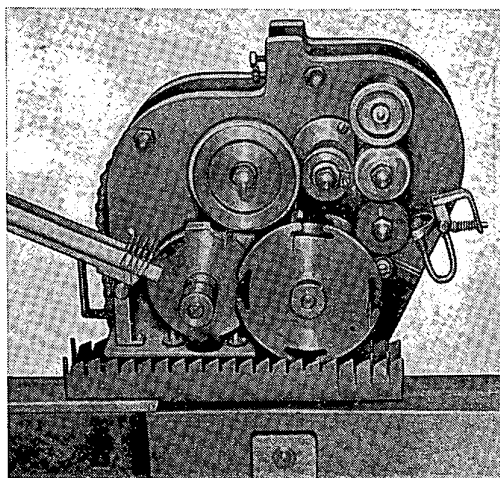
Полуавтомат для маркировки дросселей

На заводе внедрен полуавтомат для маркировки высокочастотных дросселей (см. фигуру), применение которого дает возможность повысить производительность труда в 15 раз по сравнению с ручной маркировкой.

Полуавтомат состоит из следующих основных узлов: электродвигателя с редуктором, стола печатающего механизма, клише, приемной линейки, укладочного барабана, касет и механизма подачи касет.

Дроссель с укладочного столика вручную направляют по пазу приемной линейки к подающему барабану с четырьмя прорезями. Барабан переносит дроссель на демпфер под офсетный валик, который снимает с клише негативный отпечаток и переносит его на изделие. За полный оборот подающего барабана маркируются четыре дросселя.

В. И. Кондратов



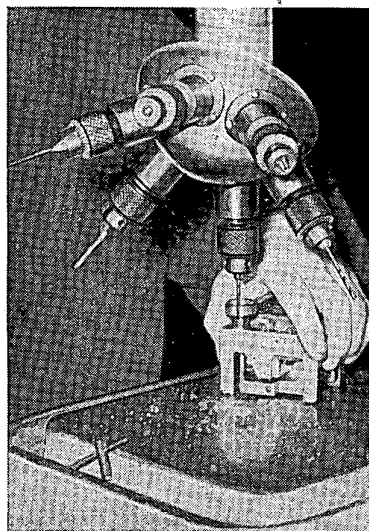
Шестишпиндельная сверлильная головка

Универсальная шестишпиндельная сверлильная головка (фиг. 1) позволяет быстро приводить в рабочее положение любой из шести шпинделей с зажатым в его патроне сверлом.

Головка состоит из неподвижного корпуса 2 (фиг. 2) с приваренной к нему горловиной 3 и поворотного корпуса 1 с шестью шпинделями 10. На одном конце каждого шпинделя есть конус для насадки кулачкового сверлильного патрона, а на другом — посажен на штифте трехзубый кулачок 11. Ведущий кулачок 12 шпинделя получает вращение от шпинделя сверлильного станка через шпонку 5 и втулку 4; его можно перемещать по втулке 4 и выводить из зацепления с ведомым кулачком 11. Перемещается он при подъеме крючка 8, связанного с кулачком серьгой 7 и рычагом 6. Одновременно крючок 8 выводит фиксатор 9 из зацепления с поворотным корпусом 1, давая возможность подвести под ведущий кулачок любой из шести шпинделей головки. Корпус 1 поворачивается на оси 13, за-

крепленной в неподвижном корпусе 2. Головка крепится к пиноли сверлильного станка с помощью хомута горловины 3.

Во избежание быстрого износа кулачков шпиндели головки следует переводить в рабочее положение только при остановленном шпинделе станка. У модернизированного свер-



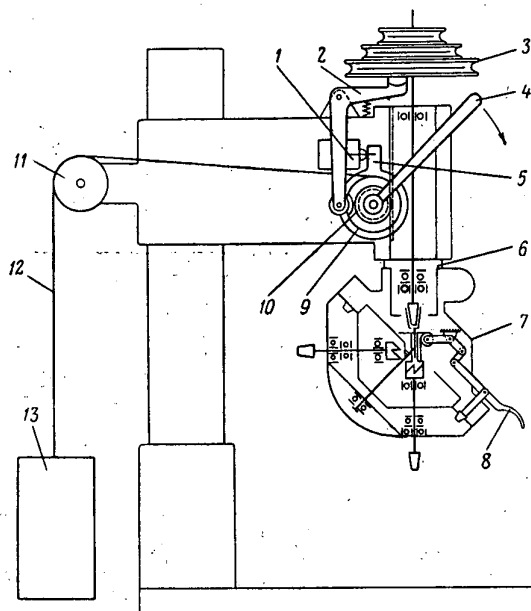
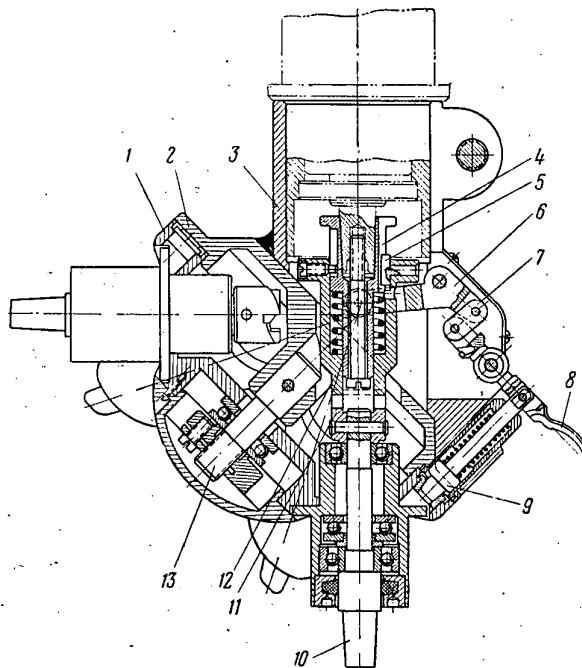
Фиг. 1. Шестишпиндельная сверлильная головка.

лильного станка С-07 03ПО шпиндель останавливается автоматически, при подъеме пиноли станка. Схема модернизированного станка показана на фиг. 3. Чугунный шкив заменен алюминиевым. Для уменьшения инерционных сил при остановке и пуске станка торможение шпинделя производится рычагом 2. Пиноль вместе с головкой поднимается под тяжестью противовеса 13, подвешенного на тросе 12, перекинутом через блок 11 и закрепленном на ролике, который соединен с осью зубчатого колеса 10 станка. Колесо зацеплено с рейкой пиноли, и на его ось дополнительно посажены кулачок тормозного рычага и упор для нажатия на концевой выключатель ВК-411, выключающий электродвигатель через магнитный пускатель ПМЗ-1.

При движении рукоятки 4 по направлению стрелки кулачок 9 поворачивает своим выступом рычаг 2 и растормаживает шкив 3. Затем, с некоторым отставанием, срабатывает выключатель 1, так как упор 5 отходит от него, и электродвигатель станка включается. При этом пиноль и головка 7 опускаются, и один из шести шпинделей головки начинает вращаться.

Фиг. 2. Шестишпиндельная сверлильная головка.

1—корпус поворотный; 2—корпус неподвижный; 3—горловина; 4—штулка; 5—шпонка; 6—рычаг; 7—серьга; 8—крючок; 9—фиксатор; 10—шпиндели; 11—кулачок ведомый; 12—кулачок ведущий; 13—ось.



Фиг. 3. Схема модернизированного сверлильного станка С-07.

1—выключатель ВК-411; 2—рычаг; 3—шкив; 4—рукоятка; 5—упор; 6—пиноль станка; 7—шестишпиндельная головка; 8—крючок; 9—кулачок; 10—зубчатое колесо подъема пиноли; 11—блок; 12—трос; 13—противовес.

Поворотом рукоятки 4 в направлении, обратном указанному стрелкой, шпиндель станка останавливается. В таком положении одной рукой поднимают крючок 8, а другой — поворачивают корпус для смены шпинделя.

Универсальная шестишпиндельная

сверлильная головка применяется для сверления в деталях двух-шести отверстий разного диаметра. При сверлении отверстий диаметром 0,8—6 мм производительность труда благодаря использованию описанных головок возросла на 10—15%.

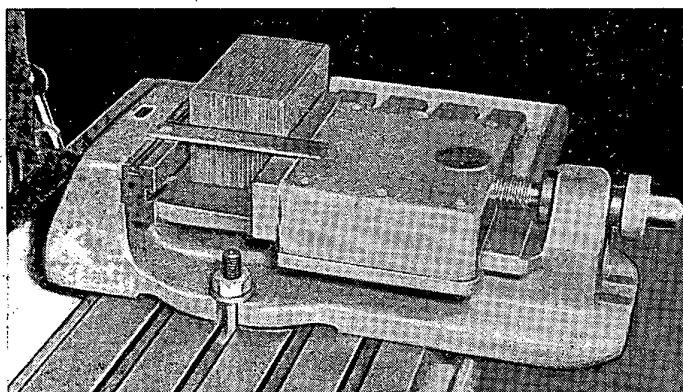
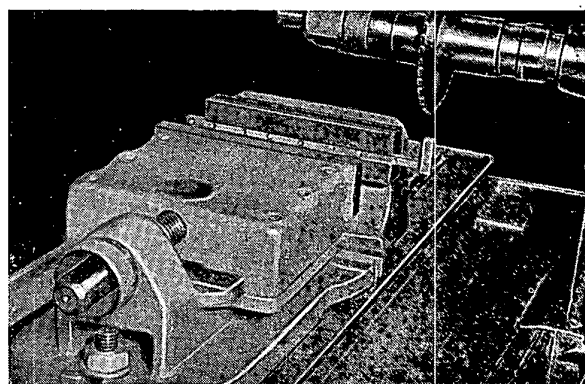
Н. П. Волков

Универсальные губки к машинным тискам

По предложению слесаря-механика П. А. Григорьева на заводе внедрены универсальные губки к машинным тискам, использование которых облегчает труд фрезеровщика; кроме того, отпадает необходимость в дополнительных приспособлениях. На передней неподвижной губке машинных тисков сделаны Т-образные пазы, в которых можно закреплять различные упоры, в зависимости от рода работы.

На фиг. 1 показаны тиски с упором для установки деталей при обработке их дисковыми фрезами. Т-образную планку упора вставляют в такой же паз, устанавливают на необходимую длину и крепят винтом.

Фиг. 1. Тиски с упором для установки деталей при обработке их дисковыми фрезами.



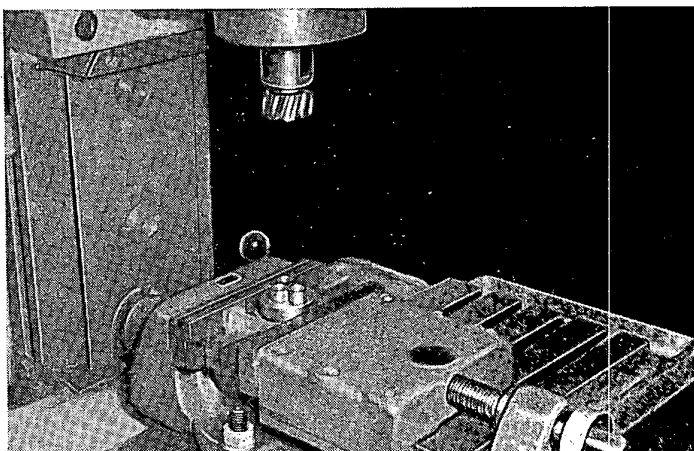
Фиг. 2. Тиски с длинным упором для закрепления пакета плоских деталей.

На фиг. 2 показаны тиски с длинным поперечным упором, применение которого позволяет фрезеровать пакет плоских больших деталей горизонтальным и вертикальным шпинделем. Выступ упора размером 1 мм входит в паз и крепится винтом с гайкой.

На фиг. 3 показаны тиски с упором, аналогичным изображенному на фиг. 2, но более коротким. С его помощью можно закреплять различные детали, при обработке которых в вертикальной плоскости длинный упор может явиться помехой режущему инструменту.

Применение тисков с универсальными губками позволяет быстро и надежно закреплять детали различной конфигурации без дополнительных приспособлений.

М. А. Биневиц

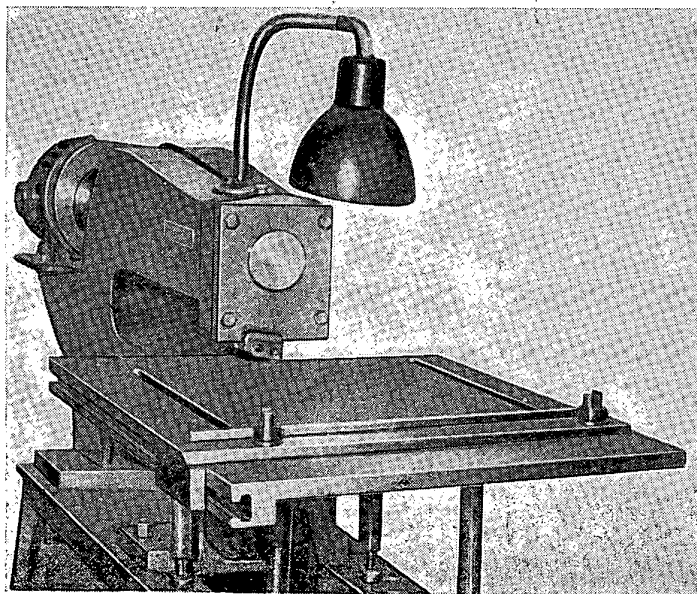


Фиг. 3. Тиски с коротким упором.

Виброножницы

На приборостроительном заводе сконструированы и внедрены в производство виброножницы (см. фигуру), которые успешно используются

Прямолинейные заготовки режутся по упорам, которые устанавливаются на нужный размер по делениям линейки с точностью 0,5 мм.



для вырезки из листового материала толщиной до 2,5 мм, заготовок простой и сложной конфигурации с наружными и внутренними контурами, предварительно размеченными по шаблонам.

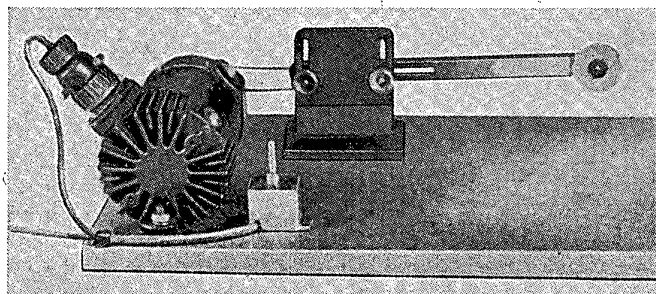
При конструировании учтены лучшие образцы, применяемые в зарубежной промышленности.

А. М. Николаев

Приспособление для зачистки изоляции на обмотке потенциометров

Зачистка изоляции на обмотке круглых потенциометров для образования контактной дорожки, выполняемая вручную, требует много времени и, кроме того, качество зачистки оказывается невысоким.

Зачистка ведется кругом, приводимым во вращение от отдельного малогабаритного электродвигателя через ременную передачу. Круги применяются разных диаметров, в зависимости от диаметра потенциометров.



На заводах для механизации этой операции сконструированы и внедрены специальные станки и приспособления.

Вполне удовлетворительные результаты дает простое приспособление (см. фигуру), изготовленное на нашем заводе.

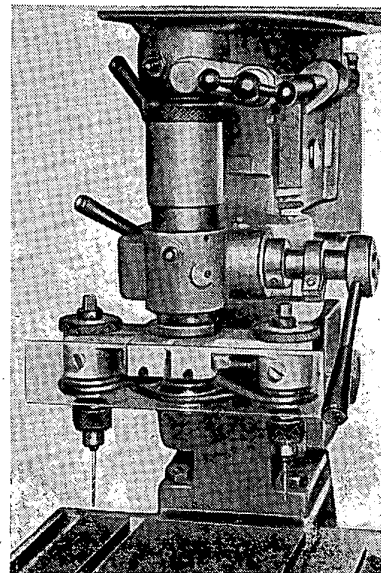
Их изготавливают из резины, вулканизированной с порошком абразива.

Внедрение приспособления позволило увеличить производительность по сравнению с ручной зачисткой на 50%.

Б. Л. Русецкий

Двухшпиндельная сверлильная головка

Одношпиндельные сверлильные станки используют как многошпиндельные, применяя специальные сверлильные головки с несколькими шпинделями, приводимыми во вращение от шпинделя сверлильного станка через ряд зубчатых колес, чем и определяется возможность работы только с определенными скоростями, с по-



стоянными расстояниями между осями шпинделей и др.

На заводе применяется двухшпиндельная сверлильная головка (см. фигуру), в которой передача вращения от шпинделя станка к шпинделям головки осуществляется не зубчатыми колесами, а ремнем. Это значительно расширяет возможность использования одношпиндельных станков в качестве многошпиндельных в зависимости от конкретных условий работы.

А. М. Николаев

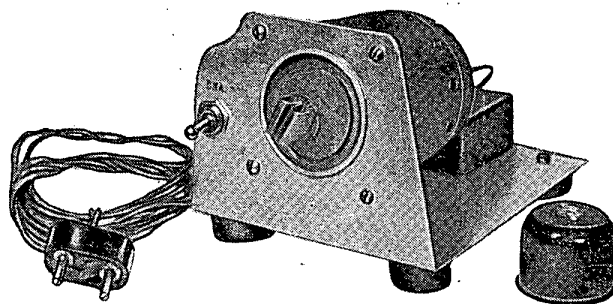
Приспособление для скручивания жил проводов

Одной из операций при изготовлении перемычек и жгутов из многожильных проводов МГВ, БПВЛ, МГВЛ и других марок является скручивание жил после зачистки конца провода от изоляции перед его залуживанием.

До внедрения приспособления жилы скручивали вручную. Производительность была низкой. Кроме того, при скручивании сильно повреждалась кожа на пальцах, так что после двух-трех смен рабочего приходится переводить на другую операцию.

Разработанное авторами приспособление для скручивания жил (фиг. 1) состоит из электродвигателя

Приспособление может быть выполнено в настольном и ручном вариантах.



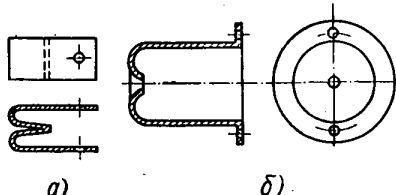
Фиг. 1. Приспособление для скручивания жил проводов.

и скручивающего и направляющего элементов. Можно использовать любой электродвигатель мощностью 15—50 Вт со скоростью вращения вала 600—5000 об/мин.

Скручивающий элемент представляет собой полоску стали шириной 8—10 мм и толщиной 0,5 мм, согнутую таким образом, как показано на фиг. 2,а. Его укрепляют на валу электродвигателя.

В качестве направляющего элемента служит алюминиевая скоба (фиг. 2,б). В центре скобы, на продолжении оси вала электродвигателя находится отверстие с направляющей втулкой, через которую зачищенный конец провода подается до соприкосновения со скручивающим элементом. Процесс скручивания длится доли секунды.

Производительность труда при внедрении описанного приспособле-



Фиг. 2. Детали приспособления. а—скручивающая скоба; б—направляющая скоба.

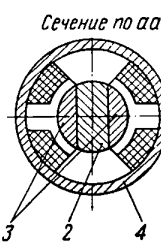
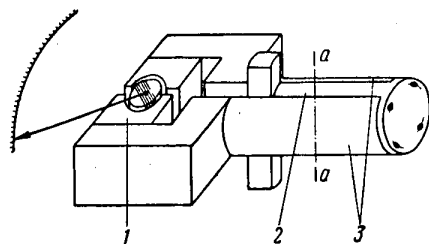
ния в производство повысилась в два-пять раз.

А. М. Митрошин
и К. Д. Шеренков

Прибор для измерения магнитного потока

На заводе изготовлен прибор для измерения магнитного потока в собранных корпусах электрических машин малой мощности. Схема прибора изображена на фиг. 1 (без деталей измерительного механизма и др.). В основу конструкции прибора поло-

произывает витки катушки этого механизма. Испытываемый корпус устанавливается на цилиндрическую часть магнитопровода прибора до упора в выступ вкладыша таким образом, чтобы полюса корпуса находились против полюсов прибора.



Фиг. 1. Схема прибора для измерения магнитного потока в собранных корпусах электромашин.

1 — измерительная часть; 2 — алюминиевый вкладыш; 3 — полюс; 4 — испытываемый корпус (визометрической проекции не показан).

жен измерительный механизм магнитоэлектрической системы. Магнитный поток полюсов испытываемого корпуса 4 проходит по полюсам 3 прибора, разделенным алюминиевым вкладышем 2, и замыкаясь через воздушный зазор измерительного механизма магнитоэлектрической системы 1, укрепленного между полюсами,

(Способ фиксации корпуса зависит от его конструкции). К обмотке возбуждения корпуса электрической машины и к катушке прибора подключается источник постоянного тока напряжением 3—5 В (фиг. 2). Величина напряжения должна быть строго постоянной для каждого типа электрической машины; напряжение

корректируется реостатом в цепи возбуждения источника питания или регулятором напряжения.

Вращающий момент M , действующий на катушку прибора магнитоэлектрической системы, можно определить по формуле

$$M = k_1 \Phi I,$$

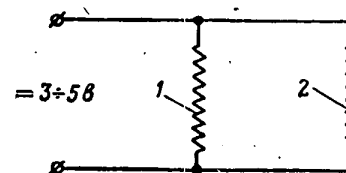
где k_1 — постоянный коэффициент; Φ — магнитный поток, пронизывающий витки катушки; I — ток, протекающий по виткам катушки.

Угол поворота катушки прибора и связанной с ней стрелки пропорционален величине вращающего момента. Так как ток в катушке прибора при неизменном напряжении является постоянным, вращающий момент пропорционален величине магнитного потока испытываемого корпуса. Следовательно, и показания прибора (угол отклонения стрелки α) будут пропорциональны величине потока

$$\alpha = k_2 \Phi,$$

где k_2 — постоянный коэффициент.

Шкала прибора отградуирована в единицах измерения магнитного потока или в относительных единицах. В последнем случае опытным путем можно установить для каждого типа



Фиг. 2. Схема включения катушки прибора.

1 — катушка прибора; 2 — обмотка возбуждения испытываемого корпуса.

электрической машины пределы, в которых должны находиться показания прибора при магнитном потоке нормальной величины. В изготовленном образце полюса прибора выполнены из стали 10. При работе с напряжением на обмотке возбуждения корпуса не выше 5 В магнитная система прибора практически не намагничивается. Однако в случае необходимости можно размагничивать систему в магнитном поле переменного тока.

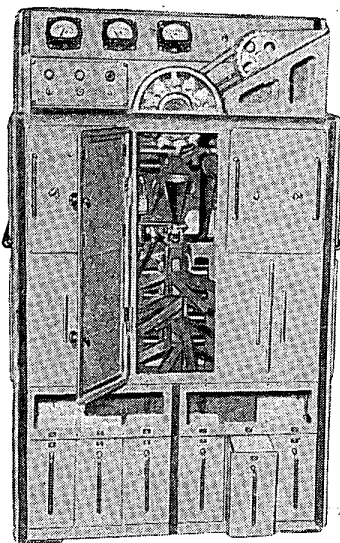
Желательно выбирать величину напряжения такой, чтобы магнитный поток между полюсами был близок к рабочему. Испытания показали, что воздушный зазор между полюсами корпуса и прибора, который колеблется в пределах допуска на диаметр расточки полюсов корпуса, влияния на точность измерений не оказывает.

Применение описанного прибора в серийном производстве значительно сокращает время сборки электрических машин.

В. А. Магазинер
и И. С. Соколов

Установка для комплексного контроля альсиферовых сердечников

На Ленинградском механическом заводе испытана и введена в эксплуатацию установка УРС-1 (фиг. 1), разработанная коллективом инженеров и техников НИТИ под руководством ведущего конструктора И. И. Коваленко. Она является первым отечественным прибором для комплексного автоматического контроля и разбраковки альсиферовых сердечников по всем электрическим



Фиг. 1. Установка УРС-1.

параметрам при крупносерийном или массовом производстве. Установка позволяет контролировать электрическую прочность, сопротивление изоляции, добротность и магнитную проницаемость сердечников. В зависимости от величины магнитной проницаемости сердечники сортируются на двенадцать групп. Конструктивно установка оформлена в виде консольного каркаса-этажерки, в котором размещены электрические блоки и исполнительные механизмы. Верх и боковые стенки каркаса закрыты съемными щитами. Лицевая и задняя панели имеют дверцы. Жалюзи в стенках обеспечивают охлаждение электрических блоков. В верхней части лицевой панели установки вмонтированы три микроамперметра и индикаторные лампочки. На горизонтальной площадке между нижней и верхней частями лицевой панели расположено устройство, подающее сердечники на испытание. В нижней части каркаса размещены двенадцать бункеров, куда поступают сердечники, рассортированные по магнитной проницаемости на соответствующие группы.

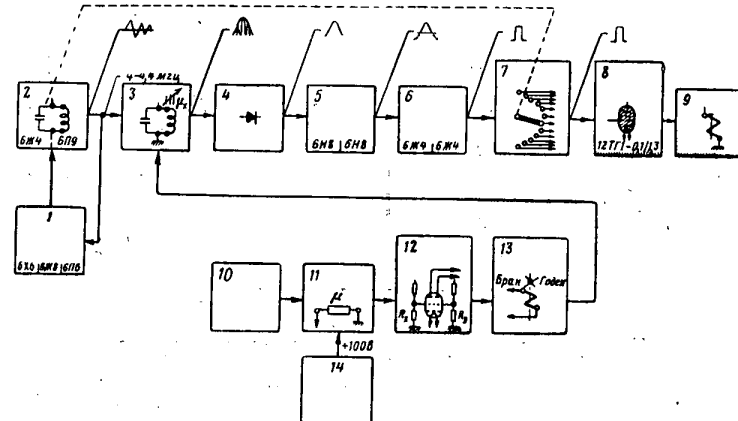
Сердечники закладывают в доток, откуда они с помощью приемного барабана поступают в затвор. На выходе затвора установлен отсекающий, выпускающий по одному сердечнику

в блок контроля на электропрочность. Этот блок представляет собой вращающийся барабан с расположенными попарно зажимами, к которым подключен источник постоянного тока. С помощью зажимов сердечники захватываются за выводы и транспортируются барабаном. В это время на сердечник подается постоянный ток напряжением 100 в в течение 10 сек. с последующим понижением напряжения по 30 в. После проверки на электропрочность сердечник подключается в мостовую схему, уравновешенную эталонным сопротивлением, и измеряется сопротивление изоляции также под напряжением 100 в. В качестве индикатора баланса моста установлено реле, управляющее заслонкой «годен — брак».

Далее, когда сердечник подходит к воронке, зажимы раскрываются, и он попадает либо в трубу, ведущую к бункеру с браком (если сопротивле-

яруса, по три заслонки в ярусе. Заслонки управляются электромагнитами; каждый из них срабатывает только при определенной степени магнитной проницаемости сердечника. Падающий сердечник ударяется о заслонку и скользит по наклонному желобу в соответствующий бункер. Таким образом сердечники сортируются на группы по магнитной проницаемости. Бракованные сердечники выпадают в общую трубу брака.

Принцип отбраковки сердечников по магнитной проницаемости и добротности поясняется также и блок-схемой (фиг. 2). Генератор качающейся частоты (ГКЧ) питает измерительный колебательный контур, резонансная частота которого определяется магнитной проницаемостью испытываемого сердечника. В зависимости от величины магнитной проницаемости импульс резонансного напряжения, развивающийся на ко-



Фиг. 2. Блок-схема установки УРС-1.

1—схема стабилизации амплитуды; 2—генератор качающейся частоты; 3—измерительный контур; 4—детектор ДГ-Ц7; 5—схема отбраковки по электропрочности; 6—схема формирования импульсов μ ; 7—электрохимический коммутатор отбраковки по магнитной проницаемости; 8—тиратронные реле; 9, 13—исполнительные устройства; 10—входное устройство; 11—проверка на электропрочность; 12—проверка сопротивления изоляции; 14—выпрямитель.

ние изоляции ниже нормы), либо в воронку для проверки на добротность. Направление падения сердечника определяется положением верхней заслонки. В воронке сердечник выдерживается не менее 1 сек. (т. е. время, за которое частота генератора пройдет цикл полного изменения). Продолжительность цикла зависит от скорости вращения конденсатора, а следовательно, скорости электродвигателя. Как только конденсатор заканчивает рабочий цикл вращения, электрохимический коммутатор замыкает цепь питания реле нижней заслонки, включающего электромагнит и выпускающего сердечник из измерительной катушки. Сердечник падает в распределительную трубу, которая перекрывается одной из заслонок, расположенных в четыре

лебательном контуре и, следовательно, на входе детектора, будет возникать в различные моменты времени относительно периода частотной модуляции генератора качающейся частоты. Амплитуда этого импульса будет пропорциональна добротности испытываемого сердечника. Таким образом, параметры сердечника будут выражаться в виде параметров детектированного импульса. Формирующие каскады (усилитель, ограничитель) осуществляют селекцию по амплитуде, т. е. отбраковывают сердечники с малой добротностью. Временная селекция выполняется каскадами совпадения, управляемыми электрохимическим коммутатором, работа которого жестко синхронизирована с модуляцией частоты ГКЧ. Результирующий импульс с того или иного

каскада совпадения приводит в действие соответствующее реле исполнительного механизма, непосредственно сортирующего сердечники по магнитной проницаемости. Частотная модуляция ГЧЧ выполняется с помощью конденсатора переменной емкости контура генератора, который вращается электродвигателем. Системой зубчатой передачи этот конденсатор связан с электрохимическим коммутатором, который представляет собой вращающийся переключатель, поочередно подающий сформированный импульс с резонансного контура на сетки 12 тиратронных реле. Реле управляют электромагнитной системой, открывающей заслонки соответствующих бункеров. Измерительный контур установки состоит из стандартных конденсаторов и катушки самоиндукции, к которой прикреплен воронка, предназначенная для удобства подачи сердечников в катушку. Итак, в момент прохождения сердечника над воронкой зажимы раскрываются и сердечник в зависимости от положения заслонки поступает на дальнейший контроль или в брак. Вращение барабана «электропрочность», срабатывание отсекающего затвора, зажимов и заслонки «годен — брак» жестко синхронизированы с периодом качания частоты ГЧЧ; поэтому момент, когда испытываемый сердечник попадает в катушку измерительного контура, совпадает с началом цикла частотной модуляции.

Сердечник удерживается в катушке специальной заслонкой, соединенной с якорем электромагнита. Электромагнит управляется одним из кулачков, сидящих на валу конденсатора переменной емкости ГЧЧ, и срабатывает в конце каждого цикла частотной модуляции. Если проницаемость и добротность сердечника находятся в допустимых границах, то перед тем, как сработает электромагнит-заслонка (в конце цикла частотной модуляции), откроется одна из 12 сортирующих заслонок и сердечник упадет в соответствующий бункер. Если по одному из параметров (проницаемости или добротности) сердечник окажется вне заданных границ, то ни одна из 12 заслонок не откроется и сердечник упадет в бункер брака.

Техническая характеристика установки УРС-1

Режим контроля сердечников на электропрочность	100 в постоянного тока в течение 10 сек. с постепенным понижением ступенями по 30 в
Допустимая величина сопротивления изоляции сердечников . .	200 ком при 100 в

Номинальная величина добротности сердечников	74 ± 15 %
Погрешность сортировки по добротности	± 5 %
Контролируемый диапазон магнитной проницаемости сердечников	1,27—1,65
Погрешность сортировки по группам	не более 1 %
Габаритные размеры	1200 × 730 × 600 мм
Вес	110 кг

Примечание. Некоторые из указанных параметров установки можно регулировать в следующих пределах:

- номинальное значение добротности от 50 до 200,
- допуск по добротности от +30 до -10%,
- рабочий диапазон по магнитной проницаемости ± 10%,
- пробивное напряжение может быть повышено до 200—300 в или уменьшено до 50 в

Установка УРС-1 питается от сети переменного тока частотой 50 гц (допустимые колебания +10—15%). Потребляемая мощность 350 вт. В установке используются следующие лампы: 6Г7—1 шт., 6П6—2 шт., 6Х6—1 шт., 6Ж8—2 шт., 6Н8С—4 шт., 6Ж4—2 шт., ТГ1-0,1/3—15 шт., СГ4С—1 шт., 5Ц4С—1 шт., 5Ц5С—2 шт., 6П3С—1 шт., сигнальные лампочки МН-15 (6,3 в × 0,25 а)—3 шт.

Применение установки УРС-1 дает возможность исключить весьма трудоемкую операцию подгонки самоиндукции катушек. Установку обслуживает один рабочий. Ее внедрение позволило при двухсменной работе высвободить девять контролеров 4-го разряда, повысить качество и объективность контроля. Производительность установки 1250—1500 сердечников в час. Высвобождается также шесть-семь человек, занятых подгонкой катушек самоиндукции. Ориентировочная стоимость установки УРС-1 75 тыс. руб.; годовая экономия от ее внедрения ~300 тыс. руб.

В. Н. Чертецов и Б. А. Мельников

Стационарные литьевые прессформы

Восьмигнездная прессформа. Одним из ОКБ разработаны чертежи стационарной литьевой прессформы. Испытания прессформы, изготовленной в металле, дали хорошие результаты.

На фиг. 1 показана восьмигнездная стационарная литьевая прессформа с формующими знаками, перемещающимися перпендикулярно линии разреза.

Прессформа работает следующим образом. В загрузочную камеру 6 закладывают прессматериал в виде таблеток или порошка. Затем верхняя траверса пресса с прикрепленным к ней пуансоном 5 опускается и создает необходимое рабочее давление.

После выдержки верхняя траверса вместе с пуансоном и плитой поднимается, включается нижний выталкивающий цилиндр пресса и прессформа раскрывается.

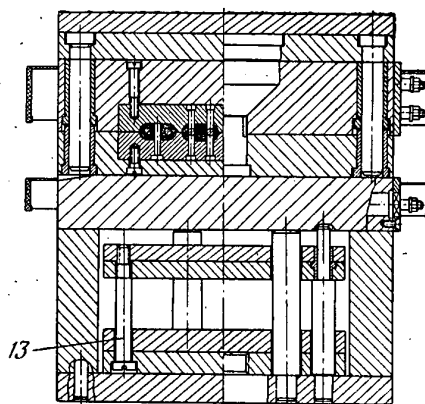
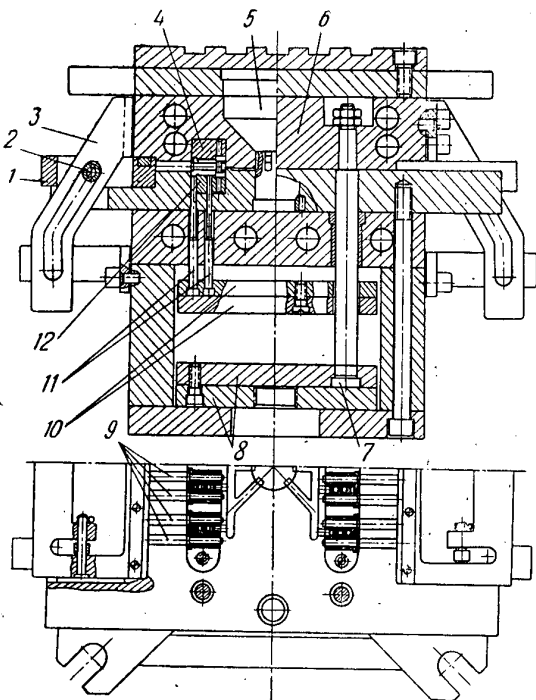
Порядок раскрытия прессформы такой: от штока гидравлического цилиндра движение передается плитой 8 и четырьмя колонками 7 загрузочной камере 6. Клинья 3, прикрепленные к загрузочной камере, также перемещаются вверх и, нажимая на ось 2 с роликом, раздвигают влево и вправо ползуны 1 с формующими знаками 9. При дальнейшем движении нижнего цилиндра вверх плиты 8 соприкасаются с плитой 10 и поднимают толкачи 11, которые выталкивают отпрессованные детали из нижней половины матрицы 12. Детали,

прессостаток и облой удаляет прессовщик.

Прессформа закрывается в следующем порядке: нижний цилиндр перекрывают, плиты 8 идут вниз и тянут за собой колонки 7, которые в свою очередь опускают загрузочную камеру 6 и верхнюю половину матрицы 4. Одновременно опускаются также клинья 3, и ползуны 1 с формующими знаками 9 перемещаются в рабочее положение. Вместе с плитой 8 опускаются и толкачи 11, вделанные в плиты 10, так как плиты 8 и 10 связаны винтами-тягами 13. После того как прессформа закрывается, в камеру 6 загружают прессматериал, и цикл повторяется.

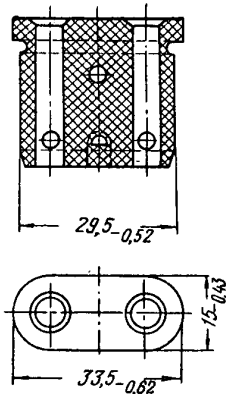
Прессформа рассчитана на массовый выпуск из прессматериала К21-22 детали, показанной на фиг. 2. Она устанавливается на гидравлическом прессе ПГУ-60/15.

Прессформа для крупногабаритных деталей с арматурой. Характерными особенностями детали из прессматериала АГ-4, изображенной на фиг. 3, являются довольно большие габаритные размеры (диаметр 140 мм и высота 80,3 мм), а также наличие большого количества арматуры. Следовательно, для ее изготовления необходимо создать компактную литьевую стационарную прессформу к прессу с верхним давлением. Так как материал АГ-4 обладает большим удельным объемом, то целесообразно его таблетировать при удельном давлении

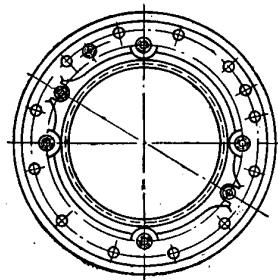


Фиг. 1. Восьмигнездная стационарная литейная прессформа.

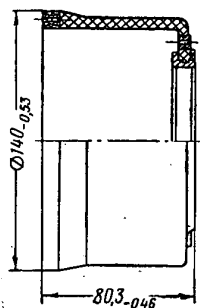
1—ползун; 2—ось; 3—клин; 4—верхняя половина матрицы; 5—пуансон; 6—загрузочная камера; 7—колонки; 8—нижние плиты; 9—формующие знаки; 10—плиты крепления толкачей; 11—толкачи; 12—нижняя половина матрицы; 13—винты-тяги.



Фиг. 2. Деталь из прессматериала К21-22.



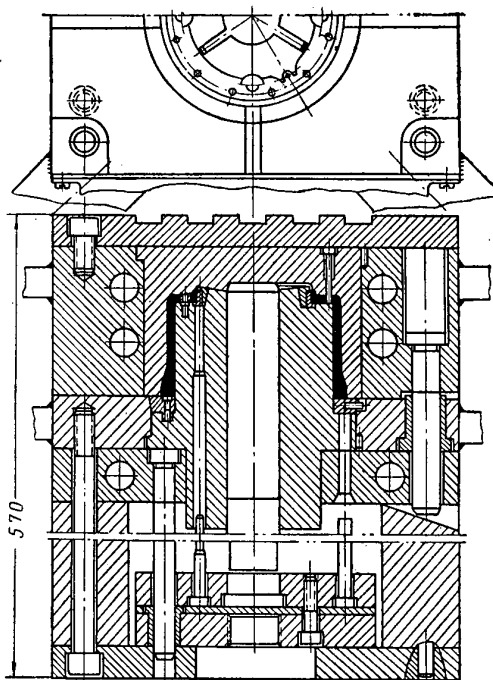
Фиг. 3. Крупногабаритная деталь из прессматериала АГ-4.



6 т/см²; в противном случае в прессформе должна быть большая загрузочная камера.

В одном из ОКБ создана прессформа (фиг. 4), в которой выталкивающее усилие, направленное снизу вверх, принято как рабочее, а усилие, направленное сверху вниз, служит как давление смыкания прессформы.

Порядок применения прессформы следующий: в загрузочную камеру (она же формующий пуансон) закладывают таблетки прессматериала, включают пресс и верхняя траверса с плитой, обоймой и матрицей опускается; прессформа смыкается с силой 150 т, что для данной детали



Фиг. 4. Прессформа для крупногабаритной детали.

соответствует удельному давлению смыкания 1250 кг/см^2 . Затем включается нижний цилиндр, и давление с силой 13 т передается через плиту и прокладку поршню, который, поднимаясь вверх, сжимает прессматериал с удельным давлением 900 кг/см^2 . Пластмасса, перейдя в жидкое состояние, через литниковую систему заполняет формирующую полость.

Благоприятное соотношение удельных давлений $\frac{1250 \text{ кг/см}^2}{900 \text{ кг/см}^2} = 1,4$ гаран-

тирует, что прессформа не будет открываться в момент прессования.

После необходимой выдержки пресс снова включают, прессформа раскрывается, а нижний цилиндр продолжает подниматься вверх; при этом толкачи упираются в кольцо съема и сталкивают отпрессованную деталь с формирующего знака. Извлечение резбовых значков и предохранительного кольца проводят в обычном порядке.

Для удобства кольцо съема имеет ручки, которые в момент прессования укладываются в предусмотренные выемки в обойме.

После удаления готовой детали, прессостатка и облоя включают нижний цилиндр и прессформа возвращается в исходное положение. Перед повторением цикла закладывают резбовую арматуру, кольцо съема и предохранительное кольцо.

Для уменьшения простоя пресса необходимо иметь три комплекта съемных знаков и колец. Следует отметить, что при данном конструктивном решении очень удобно удаление прессостатка и готовой детали.

Н. А. Майоров

Очистка деталей от нагара термохимическим путем

Детали двигателей, на которых образуется нагар, раньше зачищали шкуркой и шабрили. После механической зачистки детали теряли размер и не могли быть использованы повторно.

Рационализаторы И. В. Кузнецов и Е. Н. Романова предложили термохимический метод снятия нагара с деталей. Метод заключается в следующем. Детали, например камер сгорания, на которых в процессе ра-

боты накопился нагар, снимают с двигателя, загружают в печь, нагревают до 650°C и при этой температуре выдерживают 20 мин. Обожженный таким образом нагар смывают содохромпиковым раствором, а затем детали продувают сухим сжатым воздухом до полного удаления влаги.

Для смывки обожженного нагара нужно оборудовать специальное помещение.

Применение термохимического метода резко увеличило производительность труда на операции снятия нагара; детали быстро приобретают первоначальный блеск и вместе с тем не теряют своих размеров. Последнее обстоятельство особенно важно для деталей, работающих при высокой температуре и больших нагрузках.

И. К.

Универсальный прибор УПТ-1

Наиболее распространенным методом контроля качества термической обработки металлов и сплавов является определение твердости.

В производстве зарекомендовали себя как наиболее высокопроизводительные и дающие устойчивые точностные показатели приборы типа Роквелл, Бринелль и Виккерс.

НИАТ был сконструирован, изготовлен и внедрен в термическом цехе нашего завода универсальный прибор для измерения твердости, в котором благодаря автоматическому приложению и замеру нагрузок, а

также более жесткому креплению испытываемой детали при измерении, значительно повышаются точность и стабильность показаний. Прибор прост в эксплуатации и обеспечивает высокую производительность контроля.

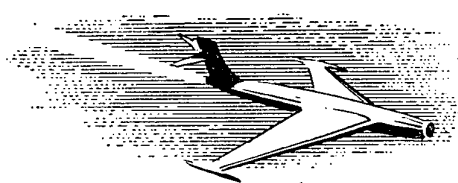
Отличительной особенностью прибора является то, что он представляет собой комбинацию всех трех указанных выше приборов с микроскопом для измерения отпечатков, который обычно является самостоятельной единицей. Микроскоп дает 25—100-кратное увеличение. В зави-

симости от толщины деталей и их твердости с помощью прибора можно давать различные стандартные нагрузки от 5 кг до 187,5 кг.

Для предохранения алмазных наконечников и объективов микроскопа от повреждений установлен колпачок, который одновременно служит для крепления испытываемых деталей на предметном столике.

С внедрением прибора УПТ-1 на заводе значительно повысилась точность контроля деталей после термообработки.

Н. И. Коробков



Зарубежная техника

Программирование сборочных операций

Применение программного управления для автоматизации сборочных работ в авиационном приборостроении

В последние десять лет в авиационной промышленности зарубежных стран, в особенности США и Англии, все шире применяется программное управление технологическими процессами.

В современной авиационной технике используется разнообразное электронное оборудование. Например, стоимость корпусов и двигателей составляет лишь 25—35% общей стоимости управляемых снарядов, а 55—60% приходится на электронное и другое оборудование. В этих условиях особое значение приобретает автоматизация сборки электронной аппаратуры.

На испытаниях снарядов 60—80% неудач бывают вызваны неполадками в электронной аппаратуре. Обеспечение высокой надежности действия сложной электронной аппаратуры возможно лишь при осуществлении автоматизации ее производства и некоторых других мероприятий.

Мелкосерийность производства препятствует внедрению обычных методов автоматизации, базирующихся на применении специального автоматического высокопроизводительного оборудования. Однако автоматизация мелкосерийного производства возможна при использовании программного управления, которое позволяет сочетать высокую производительность оборудования с универсальностью благодаря возможности быстрой переналадки. Другим важным преимуществом программного управления является то, что в случае необходимости можно быстро расширить производство и превратить его в крупносерийное. Эта мобильность чрезвычайно важна при выпуске военной продукции.

В авиаприборостроении наметились следующие пути применения программного управления для автоматизации сборочных работ:

- 1) изготовление деталей электронной аппаратуры, таких как потенциометры и др.;
- 2) монтаж электронной аппаратуры;
- 3) сборка электронной аппаратуры с использованием печатных схем.

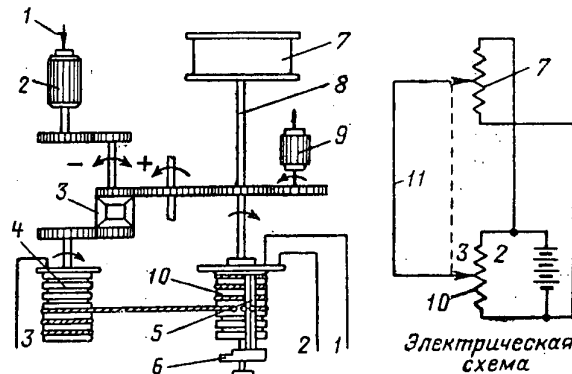
Программное управление станком для намотки функциональных потенциометров. В электронной аппаратуре применяются разнообразные потенциометры, у которых существует определенная функциональная зависимость между сопротивлением и перемещением щетки. Известны многочисленные конструкции таких потенциометров, но их изготовление, в частности изготовление функциональных сопротивлений, часто связано со значительными затратами времени.

Однако намотку таких сопротивлений можно автоматизировать. В настоящее время для этого применяются кулачковые, потенциометрические и числовые системы программного управления.

Стремление получить потенциометр с высокой разрешающей способностью привело к созданию многооборотных потенциометров. Однако для реализации преимуществ потенцио-

метра такой конструкции необходимо, чтобы погрешности его изготовления были минимальными.

Для решения поставленной задачи была создана потенциометрическая схема управления станком для намотки, в которой в качестве задающего устройства применяется точный эталонный потенциометр, включенный в прецизионную следящую систему (фиг. 1).



Фиг. 1. Схема станка для намотки многооборотных потенциометров по эталонному потенциометру.

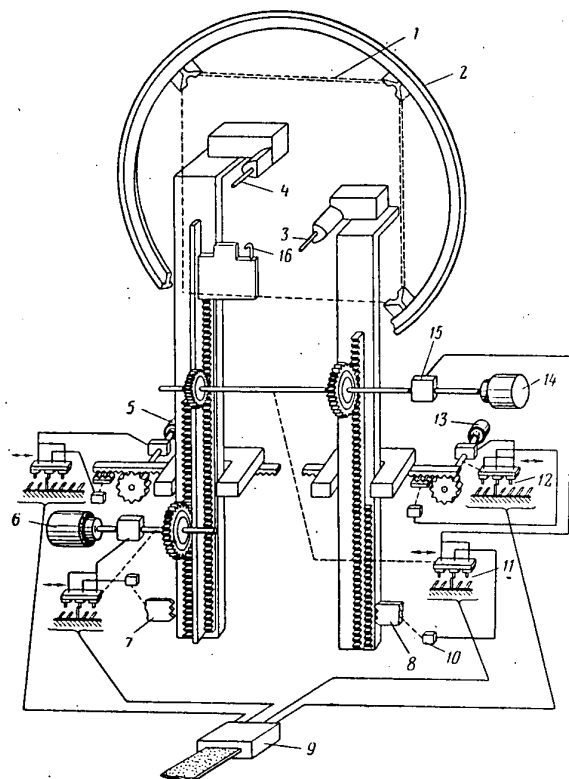
1—место ввода сигнала коррекции; 2—электродвигатель коррекции; 3—дифференциал, управляющий напряжением спирали; 4—катушка со спиралью; 5—скользящий контакт; 6—зажим контакта; 7—эталонный потенциометр; 8—валик; 9—электродвигатель намотки; 10—наматываемый потенциометр; 11—сигнал ошибки, подаваемый на электродвигатель коррекции.

Намотка ведется голым проводом на тонкий проволоочный каркас, который после намотки удаляется. В результате получается спираль, наматываемая затем на корпус потенциометра. Следящая система корректирует процесс намотки, обеспечивая соответствие изготавливаемого сопротивления эталонному.

Прежде чем закрепить спираль на корпусе, ее при легком натяжении наматывают на промежуточную катушку, а корпус потенциометра закрепляют на оправке с токоъемными кольцами. При вращении корпуса и катушки спираль перематывается на корпус. Наматываемый потенциометр электрически подсоединен к точному эталонному. Напряжение на скользящем контакте непрерывно сравнивается с напряжением, снимаемым с эталонного потенциометра. При разнице в напряжении включается электродвигатель коррекции, который убыстряет или замедляет скорость вращения катушки по отношению к скорости вращения наматываемого потенцио-

метра. В результате изменяются натяжение спирали и, таким образом, расстояние между витками спирали.

Этим методом удается изготавливать многооборотные потенциометры с точностью 0,025%, компенсировать колебания удельного сопротивления проволоки, неточности изготовления каркаса и другие погрешности. При помощи эталонного потенциометра с нелинейной функцией можно изготовить функциональный потенциометр. Применение следящей системы позволяет значительно уменьшить погрешности, порождаемые не-



Фиг. 2. Блок-схема сборочной машины для автоматического монтажа электронных схем.

1—панель; 2—поворотная рама; 3—головка А; 4—головка В; 5—двигатель В_х; 6—двигатель В_у; 7—упоры для остановки В_у; 8—упоры для остановки А_у; 9—считывающее устройство; 10—клапан и поршень А_у; 11—кодировочный механизм А_у; 12—кодировочный механизм А_х; 13—двигатель А_х; 14—двигатель А_у; 15—передача А_у; 16—прижимной палец.

точностями всякого рода передаточных механизмов. Дальнейшее повышение точности наталкивается на трудности изготовления и доводки эталонного потенциометра.

Автоматизация монтажных работ. Значительное место в трудоемкости сборки занимают монтажные работы. К ним относится изготовление жгутов и др. Эти операции могут быть автоматизированы с помощью машины с программным управлением с записью программ на перфоленте.

Машина, предназначенная для монтажа электронных схем с помощью обычных проводников, производит монтаж на так называемых модульных панелях, т. е. пластинках с перфорированными правильными рядами отверстий, расположенными с определенным шагом в обоих направлениях (монтажная панель имеет 40 отверстий). При этом отпадает необходимость изготавливать специальную панель.

Сборочная машина (фиг. 2) обеспечивает установку на панель в заданных точках зажимов, присоединение к ним проводов и укладку этих проводов между зажимами. Зажим и проводник соединяют с помощью пневматических монтажных головок, которые захватывают и изгибают провод, снимают с

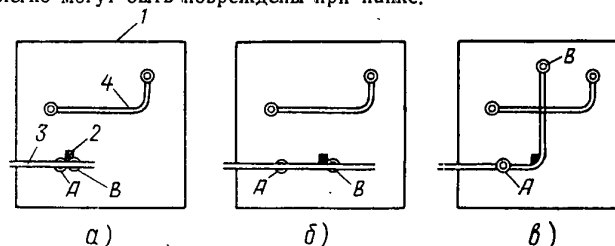
его концов изоляцию, зачищают и навивают провод вокруг зажима. При этом подъём и опускание головки выполняются с помощью сжатого воздуха. Наличие острых граней на зажиме обеспечивает значительное контактное давление и надежность соединения. В машину закладывают панель, на которую заранее устанавливают подлежащие монтажу детали. Панель укрепена на раме, которая может поворачиваться и занимать четыре положения с интервалами 90°. Каждая монтажная головка может свободно перемещаться в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Машина соединяет два контактных зажима на монтажной панели L-образной перемычкой. Исключением является соединение двух зажимов, расположенных по диагонали и находящихся друг от друга на расстоянии одного шага. Перемычка L-образной формы делается следующим образом (фиг. 3). Сначала обе монтажные головки А и В подводятся друг к другу (фиг. 3,а), затем головка В перемещается в направлении Х, а головка А остается неподвижной (фиг. 3,б); прижимной палец, двигавшийся вместе с головкой В, при ее горизонтальном перемещении остается в нужном месте (фиг. 3,в), а головка В двигается в вертикальном направлении, образуя L-образную перемычку. Поворачивая раму с монтажной панелью в последовательные положения, разделенные интервалами в 90°, можно делать L-образные перемычки в любом направлении.

Поворот рамы, а также перемещения монтажных головок вдоль осей Х и Y производятся автоматически по программе, записываемой на перфоленте. Вертикальное и горизонтальное движение головок А и В и прижимного пальца осуществляется с помощью электродвигателей А_х, А_у, В_х и В_у. Программа работы электродвигателей задается с помощью специального кодового механизма, получающего сигналы от перфоленты. Поперечный ряд отверстий на перфоленте представляет собой одну команду.

Рассмотренный принцип программного управления монтажными работами пригоден также и для установки на монтажную панель различных деталей, в частности сопротивлений и конденсаторов с двумя выводами, направленными в разные стороны. Для этой цели служат двухголовочные автоматы. В этом случае деталь с аксиальными выводами помещается между двумя головками, которые захватывают ее и передвигают к паре зажимов, где должна быть укрепена эта деталь.

Большим преимуществом указанного метода сборки является то, что он предполагает использование деталей обычного типа. Такой способ монтажа особенно ценен в применении к полупроводниковым диодам и триодам, которые легко могут быть повреждены при пайке.

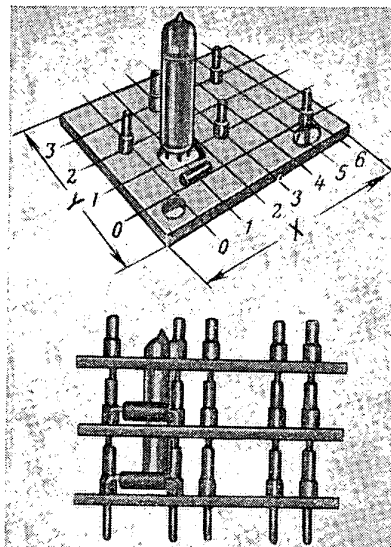


Фиг. 3. Последовательные положения двух монтажных головок и прижимного пальца.

а—головки А и В подводятся друг к другу; б—головка В передвигается в направлении Х, а головка А остается неподвижной; в—прижимной палец, двигавшийся с головкой В, остается в нужном месте, а головка В перемещается в вертикальном направлении, образуя L-образную перемычку; 1—модульная панель; 2—прижимной палец; 3—провод; 4—готовое соединение.

Основным недостатком указанного метода, препятствующим его широкому внедрению, являются трудности, связанные с конструированием машин, которые могли бы выполнять сложные операции сборки.

Автоматизация сборки на платах. Программное управление может быть эффективно использовано для автоматизации сборки электронной аппаратуры на печатных платах.



Фиг. 4. Сборка трех печатных плат.

Программное управление позволяет обеспечить установку и закрепление в заданных местах печатных плат стандартных деталей (дампы, сопротивлений, потенциометров, контуров

и т. д.), а также сборку отдельных печатных плат с помощью входящих друг в друга деталей, служащих не только для закрепления плат между собой, но и для электрической связи между ними (фиг. 4).

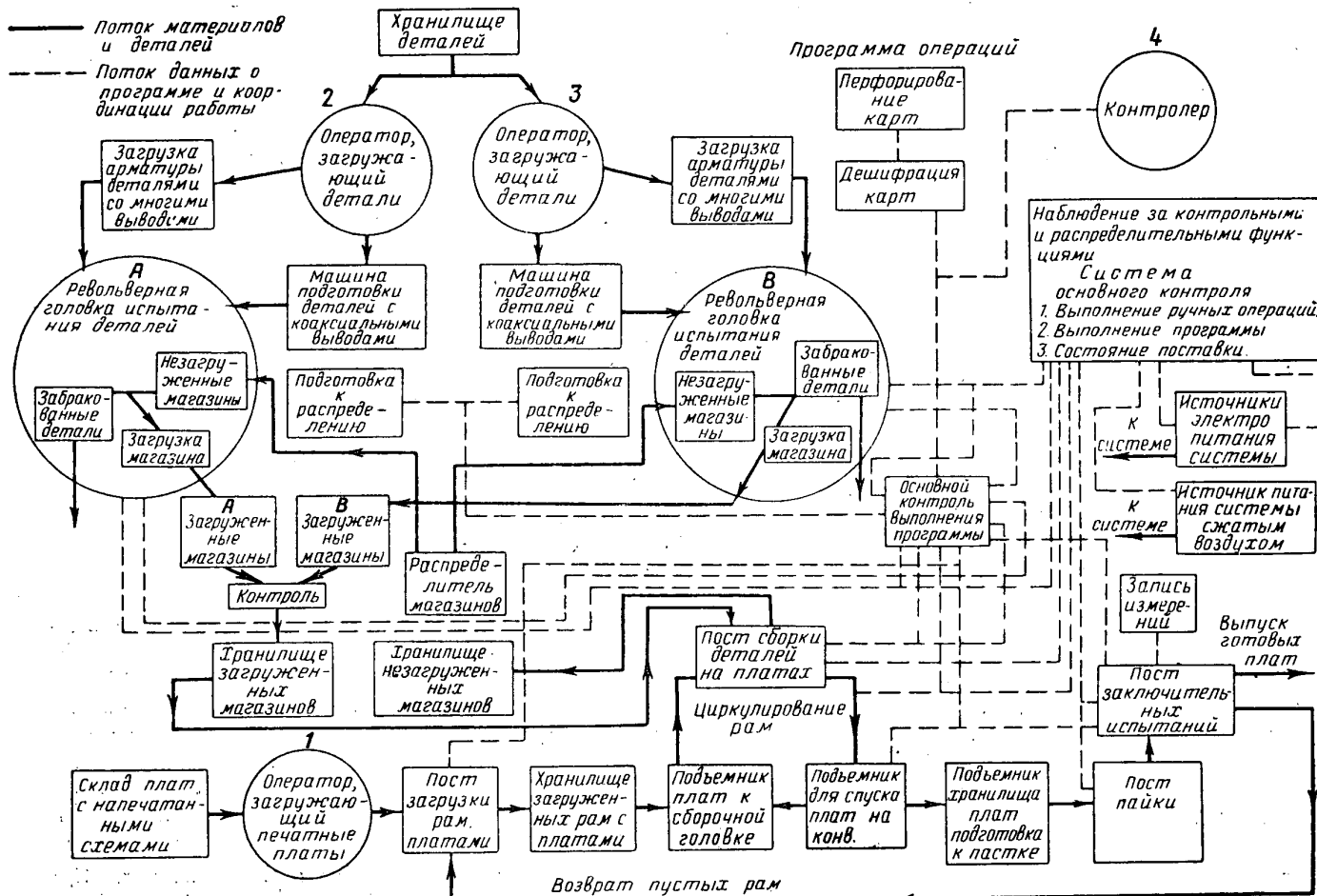
При этом должны быть автоматизированы следующие операции:

- 1) пробивка или сверление отверстий в печатной плате;
- 2) загрузка и транспортировка деталей и плат к месту сборки;
- 3) перемещение печатной платы под сборочными головками в соответствии с заданной программой;
- 4) установка в заданных местах печатной платы деталей и закрепление их с помощью сборочных головок;
- 5) пайка мест соединения деталей и плат;
- 6) соединение собранных печатных плат между собой;
- 7) контроль.

Программное управление используется для пробивки и сверления отверстий в печатных платах, установки печатных плат под сборочными головками, а также координации всех операций между собой.

Комплекс сборочных машин «АКАС», разработанный одной из американских фирм, предназначен для мелкосерийного производства электронной аппаратуры управляемых снарядов. Весь комплекс обслуживают четыре оператора (фиг. 5), один из которых загружает рамы, несущие платы с просверленными отверстиями на транспортирующие рамы; два оператора загружают детали в две сборочные машины, подготавливающие их для сборки, и четвертый наблюдает за всеми операциями, находясь у пульта управления.

Управление и контроль осуществляются с помощью перфокарт.



Фиг. 5. Блок-схема работы комплекса сборочных машин «АКАС» для монтажа на печатных платах.

Перфокарты с записанной на них программой работы подаются в считывающее устройство стандартного типа, которое посылает команды в машины, подготавливающие детали к сборке и выполняющие обработку выводов, закрепление деталей в держателях, испытание и загрузку в магазины.

Сборочная машина снимает одну деталь за другой с держателей и располагает их на платах с напечатанной схемой. Когда все детали размещены, платы автоматически проходят через машину для пайки погружением и через стенд заключительных испытаний. Все операции, начиная с подготовки деталей и до заключительных испытаний, автоматизированы и контролируются в соответствии с программой, записанной на перфокартах.

Для установки всех машин системы требуется площадь 120 м². Скорость размещения деталей на плате составляет

16 600 деталей в час. При этом могут применяться платы размером от 25×25 до 200×300 см. Число деталей ограничивается только размерами плат.

Платы с размещенными деталями проходят процесс пайки деталей со скоростью 120 плат в час.

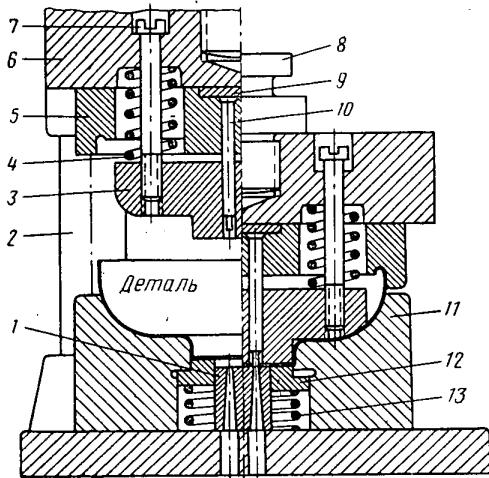
Рассматриваемая система сборочных машин позволяет автоматизировать мелкосерийное производство радиоаппаратуры, даже когда число печатных плат в партии составляет всего лишь 25—40 шт.

А. В. Чернышев

Источники: «Electronics», 1954, № 10; 1955, № 9 и 10; «Electrical Manufacturing», 1956, v. 58, № 6; «Journal of the Television Society», 1957, v. 8, № 5.

Новые конструкции штампов для штамповки мелких деталей

Для снижения трудоемкости изготовления деталей в крупносерийном производстве бывает целесообразно выполнять на одном штампе максимальное количество операций. Для мелких серий рекомендуется применять универсальные переналаживаемые штампы, допускающие штамповку разных деталей. Ниже приводятся примеры конструкций штампов, отвечающих перечисленным выше требованиям.



Фиг. 1. Штамп для одновременной отбортовки кромок и пробивки отверстий.

1—матрица для пробивки отверстия; 2—направляющие колонки; 3—верхний прижим; 4, 13—пружины; 5—отбортовочное кольцо; 6—верхняя плита; 7—винт; 8—хвостовик; 9—упорная плита; 10—пуансон; 11—фасонная матрица; 12—нижний прижим.

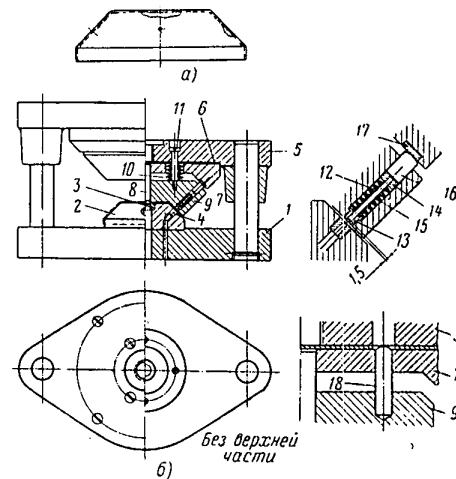
Штамп для одновременной отбортовки кромок и пробивки отверстий. Подобные штампы обычно снабжают пуансонами большой длины. В результате они легко смещаются относительно матрицы, что часто приводит к поломкам штампов. Избежать этого можно, если пуансоны будут перемещаться по направляющим отверстиям в прижиме (фиг. 1).

В штампе имеются два основных блока: нижний, устанавливаемый на столе пресса и имеющий расположенные по диагонали направляющие колонки 2, и верхний, связанный хвостовиком 8 с ползуном пресса и передвигающийся по направляющим нижнего блока.

В верхний блок входит верхняя плита 6, на которой мон-

тируется отбортовочное кольцо 5. Пуансоны 10 упираются головками в промежуточную упорную плитку 9 и удерживаются в средней части отбортовочного кольца 5. Отверстия в верхнем прижиме 3 служат направляющими для пуансонов 10. Размеры прижима соответствуют внутренним размерам кожуха. Прижим 3 подвижно связан с верхней плитой 6 при помощи винтов 7, которые могут перемещаться в плите.

В нерабочем состоянии (см. фиг. 1, слева) верхний прижим отжат пружинами 4 в нижнее положение, а нижний прижим 12 поджат пружиной 13 в крайнее верхнее положение. При опускании верхнего блока (см. фиг. 1, справа) пружины 13 и 4 сжимаются, и под их воздействием деталь прижимами неподвижно удерживается в штампе. При дальнейшем опускании ползуна пресса пуансоны 10 пробивают отверстия



Фиг. 2. Штамп для пробивки отверстий в наклонных стенках.

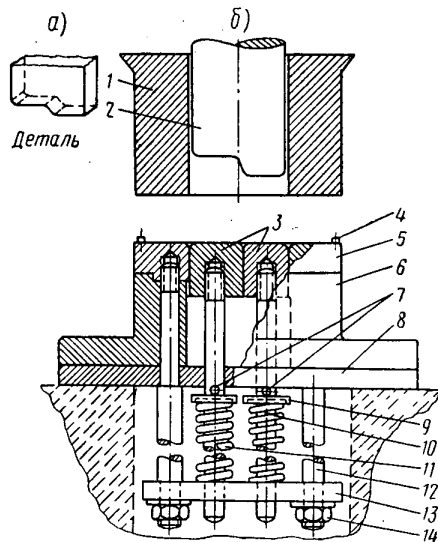
а—деталь; б—штамп. 1—основание; 2—подставка; 3 и 4—матрицы; 5—подвижная плита; 6—вкладыш; 7—нажимная плита; 8—центральный пуансон; 9—прижим; 10, 15—тарельчатые пружины; 11—винт; 12—боковой пуансон; 13 и 14—направляющие втулки; 16—толкатель; 17—опорная пластина; 18—направляющая шпилька.

и отбортовывают кромки. После подъема верхнего блока нижний прижим приподнимает готовую деталь, которую затем снимают со штампа.

Штамп для пробивки отверстий в наклонных стенках. Штамп, предназначенный для пробивки одного отверстия диаметром 20 мм в дне и четырех отверстий диаметром 3 мм в боковых наклонных стенках крышки из листового материала толщиной 1 мм, показан на фиг. 2. Все

детали штампа монтируются на неподвижном основании 1 и верхней подвижной плите 5.

К основанию крепится подставка 2 для детали с запрессованными в ней матрицами 3 и 4, а к подвижной плите — вкладыш 6 и нажимная плита 7, передающие рабочие усилия соответственно центральному и боковым пуансонам. Подвижная плита снабжена направляющими втулками 13 и 14 и перемещается по двум вертикальным колонкам; нижняя из втулок запрессована в прижим, а верхняя движется вместе с пуансоном. Между втулками находятся пружины 15. Давление нажимной плиты на пуансон передается через опорную пластину 17 и толкатель 16. Прижим и нажимная плита



Фиг. 3. Вытяжной штамп для деталей с фигурным дном.

а — эскиз кожуха с дном несимметричной формы; б — схема штампа. 1 — верхний прижим; 2 — пуансон; 3 — прижимы; 4 — установочные штифты; 5 — кольцо; 6 — корпус; 7 — штифты; 8 — переходная плита; 9 — тарелочки; 10 — стержни; 11 — пружины; 12 — опорные колонки; 13 — поперечина; 14 — гайки.

дополнительно связаны между собой направляющей шпилькой 18.

Заготовка крышки вручную укладывается на подставку и во время рабочего хода прочно удерживается на ней прижимом 9, упруго связанным с верхней плитой винтами и пружинами. Прижим одновременно выполняет роль направляющей для центрального пуансона. По мере опускания подвижной плиты пуансоны пробивают все отверстия, а при обратном ходе — поднимают деталь с подставки до тех пор, пока не войдут в прижим. После этого деталь падает вниз и вручную удаляется из штампа.

Вытяжной штамп для деталей с фигурным дном. На фиг. 3 представлена схема штампа для вытяжки деталей с фигурным дном как несимметричной, так и симметричной формы. Для изготовления подобных деталей необходимо, чтобы листовая заготовка в исходном положении прижималась всеми прижимами.

Через отверстие верхнего прижима 1 проходит пуансон 2. Заготовка укладывается на кольцо 5 между установочными штифтами 4. Это кольцо опирается на корпус 6 (причем опорная поверхность должна быть больше отверстия в столе пресса).

Корпус ставится на переходную плиту 8; через ее отверстия проходят опорные колонки 12 и стержни 10 прижимов. Колонки скрепляют в общий блок кольцо, корпус и переходную плиту. На гайках 14 лежит поперечина 13, в которую упираются пружины 11 прижимов.

Стержни 10, винченные в прижимы 3, поднимают их в верхнее крайнее положение с помощью пружин 11. Пружины нажимают на тарелочки 9, которые упираются в штифты 7. Положение штифтов по высоте выбирается таким образом, чтобы рабочие поверхности прижимов 3 в крайнем верхнем

положении лежали бы в одной плоскости с наружной поверхностью кольца 5. Усилие пружин подбирается в зависимости от высоты расположения отдельных участков дна детали.

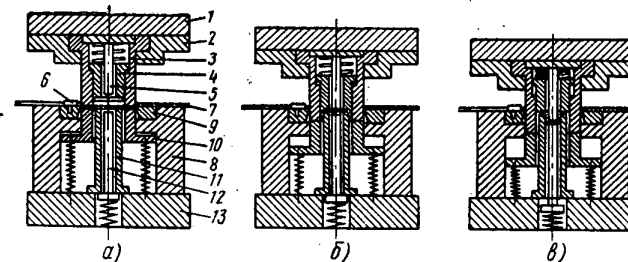
Штамп для вырубki, заготовки и двойной вытяжки детали. Для изготовления на эксцентриковом прессе стаканчика из латунной ленты толщиной 0,25 мм применен штамп (фиг. 4), на котором вырубка заготовки, предварительная вытяжка и окончательное оформление детали выполняются за один ход ползуна. Латунная лента подается между двумя направляющими до упора. В середине нижней части штампа находится матрица 9 для вырубki заготовки. Там же телескопически размещены пружинный прижим, удерживающий материал при первой вытяжке, неподвижный пуансон 11 для первой вытяжки, одновременно являющийся матрицей для второй вытяжки, и пружинный толкатель 12.

Верхняя часть штампа, укрепляемая в ползуне пресса, состоит из плиты 1, с которой соединены плита крепления пуансонов 2 и телескопически расположенные пуансон 3 для вырубki заготовки, служащий одновременно матрицей для первой вытяжки, верхний прижим 4 и неподвижный пуансон 5 для второй вытяжки.

Когда ползун пресса начинает опускаться, пуансон 3 вырубает заготовку, зажимаемую между его нижней поверхностью и нижним прижимом (фиг. 4, а). При дальнейшем движении плоская заготовка вытягивается неподвижным пуансоном 11 в чашечку (фиг. 4, б). После этого пуансон 5 придает детали окончательную форму (фиг. 4, в).

При подъеме ползуна пружинный толкатель 12 выталкивает деталь.

Штамп для гибки деталей замкнутой формы (фиг. 5). Эти детали часто выполняются из тонкой латунной или медной ленты. Заготовка укладывается на матрицу 1 между упорами 2 и 3. В начале хода ползуна пресса прямоугольная оправка 4, отжимаемая сильной пружиной 5 в крайнее нижнее положение, загибает три стороны заготовки и придает ей L-образную форму. При дальнейшем опускании ползуна расположенный сбоку клин 6 приводит в движение горизонтальный пуансон 7. Последний загибает на оправку четвертую сторону заготовки. При обратном ходе пружина поднимается и освобождает пуансон, который под действием пружины возвращается в исходное положение.



Фиг. 4. Штамп для вырубki и двойной вытяжки детали.

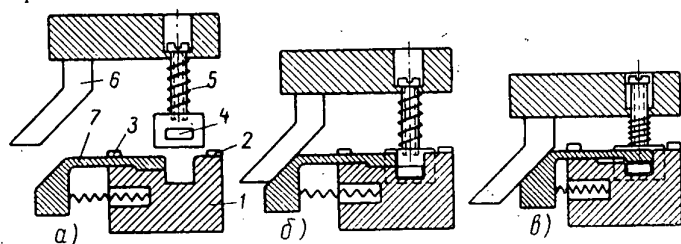
а — после вырубki заготовки; б — после первой вытяжки; в — после второй вытяжки. 1 — верхняя плита; 2 — плита крепления пуансонов; 3 — пуансон для вырубki заготовки; 4 — верхний прижим; 5 — пуансон второй вытяжки; 6 — упор; 7 — латунная лента; 8 — корпус нижней части штампа; 9 — матрица для вырубki заготовки; 10 — нижний прижим; 11 — пуансон первой вытяжки; 12 — пружинный толкатель; 13 — нижняя плита.

Далее поднимается оправка и извлекает из матрицы деталь; затем деталь легко снимается с оправки вручную.

Штамп для просечки отверстий в деталях из листа. Для штамповки деталей из отходов листовой латуни толщиной 1,5 мм (фиг. 6) разработан штамп с магазинным устройством (фиг. 7), позволяющий автоматизировать этот процесс. Нижний узел штампа состоит из основания 1, на котором монтируется промежуточная плита 2 с закрепленной в ней матрицей 3, ползуна 4 штампа, подающего заготовку в рабочее положение и удаляющего ее после вырубki отверстий, и магазина.

В верхний узел входит плита 8, укрепляемая с помощью хвостовика в ползуне пресса. На ней монтируются пуансоны

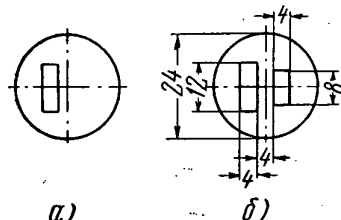
держатель 12, опорная плита 9, клин 20, сообщающий возвратно-поступательное движение ползуну штампа, и толкатель 16, являющийся одновременно прижимом для заготовок. На передней части ползуна имеется наклонный уступ 6, по ширине соответствующий пазу в дне магазина 19. При дви-



Фиг. 5. Штамп для гибки деталей замкнутой формы.

а—исходное положение ползуна пресса; б—промежуточная позиция; в—окончательное положение; 2—заготовка и деталь после гибки. 1—матрица; 2, 3—упоры; 4—прямоугольная оправка; 5—пружина; 6—клин; 7—горизонтальный пуансон.

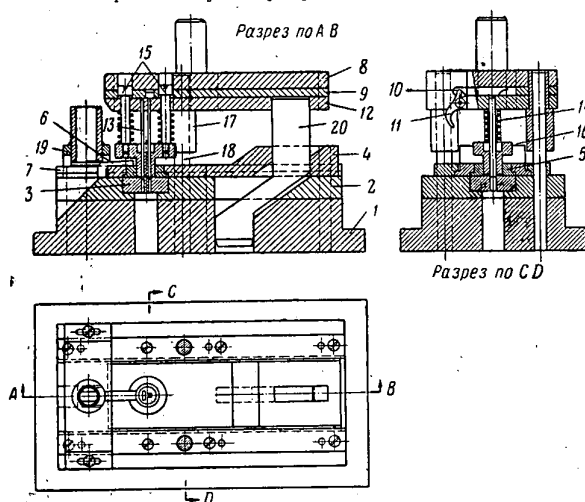
жении ползуна влево этот уступ проходит через магазин и приподнимает находящиеся в нем заготовки. Когда ползун достигает крайнего левого положения, уступ выходит за пределы расположения заготовок в магазине, и они снова опускаются на поддерживающие планки. При ходе ползуна



Фиг. 6. Деталь.

а—с одним прямоугольным отверстием; б—с двумя прямоугольными отверстиями.

вправо уступ захватывает нижнюю заготовку и передвигает ее в рабочее положение для пробивки отверстий, где она попадает в направляющую втулку 5.



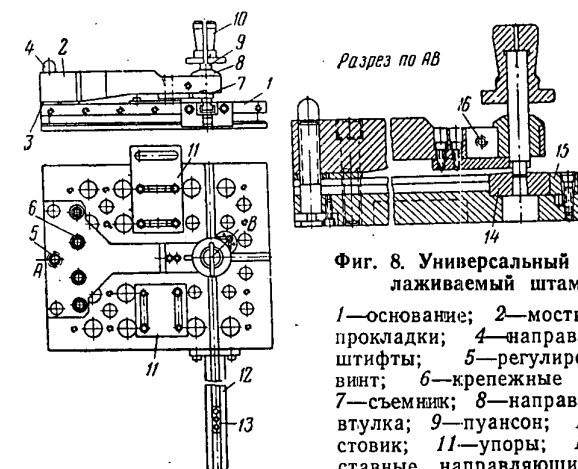
Фиг. 7. Штамп для просечки отверстий в детали, показанной на фиг. 6.

1—основание; 2—промежуточная плита; 3—матрица; 4—ползун; 5—направляющая втулка; 6—уступ; 7—две направляющие планки; 8—верхняя плита; 9—опорная плита; 10—собачка; 11—ручка; 12—пуансонодержатель; 13—пуансоны; 14—пружины; 15—стяжки; 16—толкатель; 17—направляющие колонки; 18—мостик; 19—магазин; 20—клин.

Для заготовок, в которых надо пробить только одно большое отверстие, предусмотрена передвижная опорная плита 9. Плиту за ручку 11 перемещают влево; малый пуансон лишается опоры, так как его задняя часть попадает в отверстие в опорной плите, и пробивки второго отверстия не происходит.

При движении ползуна пресса вверх готовая деталь под действием пружинного толкателя сперва снимается с пуансона, затем снова укладывается в направляющую втулку 5 и, наконец, удаляется ползуном штампа (во время его хода влево) через наклонный спуск под магазином.

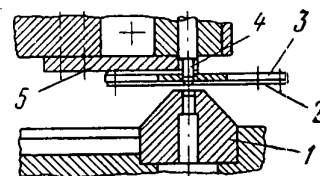
Переналаживаемый штамп. Универсальный переналаживаемый штамп для просечки в деталях цилиндрических и фигурных отверстий показан на фиг. 8. На основании 1 монтируется мостик 2; с помощью промежуточных сменных прокладок 3 он регулируется по высоте и может отстоять от основания на 25 мм. Это позво-



Фиг. 8. Универсальный переналаживаемый штамп.

1—основание; 2—мостик; 3—прокладки; 4—направляющие штифты; 5—регулирующий винт; 6—крепежные винты; 7—съемник; 8—направляющая втулка; 9—пуансон; 10—хвостовик; 11—упоры; 12—приставные направляющие; 13—шпонка для упора; 14—матрица; 15—сухарь; 16—стяжной винт.

ляет применять сменные матрицы 14 толщиной 22 мм без разборки штампа. В передней части мостика есть прорезь, которая одной стороной входит в гнездо, где крепится направляющая втулка 8 пуансона 9. Пуансон устанавливается в разрезной хвостовик 10, фиксируемый в ползуне пресса. С нижней стороны



Фиг. 9. Специальная матрица, применяемая при штамповке по шаблонам.

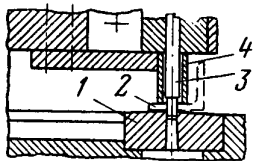
1—матрица; 2—деталь; 3—шаблон; 4—пуансон; 5—съемник.

мостика помещается съемник 7, имеющий форму вилки, что дает возможность применить его для нескольких деталей, особенно при штамповке с помощью шаблонов. В последнем случае обрабатываемая деталь крепится струбцинами к шаблону и при просечке ряда отверстий не нуждается в разметке. Для того, чтобы при пользовании шаблонами струбцины не мешали установке детали, используют специальные матрицы (фиг. 9),

у которых верхняя плоскость расположена не менее чем на 25 мм выше плоскости основания.

Для вырубки отверстий в деталях из профильного материала служат специальные съемники (фиг. 10, поз. 4).

Форма пуансона, матрицы и направляющей втулки переналаживаемого штампа — цилиндрическая. Небольшие пуансоны имеют зажимную и направляющие части одинакового диаметра (до 10 мм), пуансоны диаметром от 11 до 20 мм — цилиндрический хвостовик диаметром 20 мм, а пуансоны большого диаметра (30 мм) — ступенчатую форму: хвостовик диаметром 20 мм и направляющую часть диаметром 30 мм. Таким образом, в комплект штампа должны входить два пуансонодержателя с отверстиями диаметром 10 и 20 мм и три направляющие втулки с отверстиями диаметром 10, 20 и 30 мм.



Фиг. 10. Наладка при штамповке фигурных деталей.

1—матрица; 2—деталь; 3—пуансон; 4—специальный съемник.

Чтобы уменьшить вес штампа, на нижней поверхности основания предусмотрены выемки и значительное количество отверстий облегчения, а в передней и двух боковых поверхностях — пазы для установки штампа на столе пресса с любым расположением крепежных пазов. Кроме того, на одинаковом расстоянии друг от друга размещены отверстия с резьбой для крепления направляющих или упорных планок.

Той же цели служат продольные и поперечные Т-образные пазы, в месте пересечения которых находится гнездо для сменной матрицы. Матрица удерживается в нем разрезным сухарем 15, разжимаемым конической головкой крепежного винта 6 (см. фиг. 8).

В качестве упоров и установочных элементов служат шпонки с выступающими штифтами, укрепляемые в Т-образных пазах основания, или направляющие плитки, прикрепляемые к нему винтами.

Более крупные детали можно устанавливать на боковых поверхностях основания с помощью упоров, закрепленных в удлинительях.

Если нужно пробить в листовом или профильном материале отверстия одного и того же диаметра, расположенные на одинаковом расстоянии друг от друга (в продольном и поперечном направлениях) и от взаимно-перпендикулярных кромок, то применяются направляющие, параллельные передней кромке обрабатываемой детали, у которых на одной стороне находится шпонка со штифтом-ловителем для первого отверстия, а на другой — упор.

Штамп для двусторонней пробивки отверстий в тонкостенных трубах. Для двусторонней пробивки цилиндрических отверстий диаметром 4 мм и прямоугольного окна в алюминиевых трубах длиной 800 мм, диаметром 16 мм и толщиной стенки 0,5 мм применен оригинальный простой штамп (фиг. 11). На нижней плите 1 штампа на болтах и штифтах установлены задняя 2 и две передние 3 направляющие планки. По ним в горизонтальном направлении (вперед и назад) перемещаются два ползуна 4, к каждому из которых прикреплен пуансонодержатель 5 с запрессованными в нем двумя цилиндрическими 6 и одним прямоугольным 7 пуансонами. В центре задней направляющей смонтирована имеющая форму трубы матрица 8 со шлицем для фиксации ее положения в штампе. Под передним концом матрицы находится призма 9, облегчающая установку и съем обрабатываемой трубы.

В каждом ползуне имеются два точно обработанных косых отверстия, куда входят закаленные и шлифованные нажимные стержни 10. Эти стержни запрессованы в плиту 11, которая болтами крепится к верхней плите 12 штампа. Верхняя плита через хвостовик 13 монтируется в ползуне пресса. При опускании ползуна пресса и, следовательно, верхней плиты косые установленные нажимные стержни преобразуют его вертикальное движение в горизонтальное движение ползунов штампа, и пуансоны пробивают отверстия.

При отладке штампа, установке его на прессе, а также регулировке величины хода ползуна пресса необходимо обра-

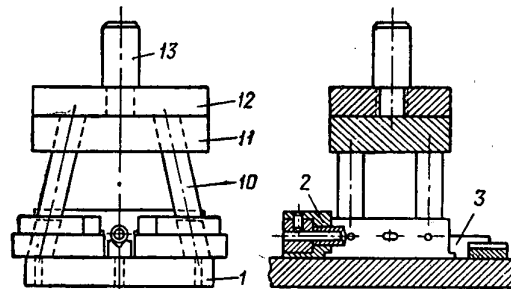
ботать внимание на то, чтобы совпал момент начала работы обоих ползунов 4. Последнее устранит одностороннюю нагрузку на матрицу. Кроме того, важно, чтобы пуансоны входили в матрицу не глубже чем на 1 мм.

После пробивки отверстий в нескольких трубах в центральном отверстии матрицы начинают скапливаться отходы, удаляемые сжатым воздухом или оправкой.

Штамп для пробивки малых отверстий. Считается, что диаметр отверстия, пробиваемого в стали, должен быть не меньше толщины штампуемого материала. Для легкосплавного материала этот предел меньше. Так, например, в листовом алюминии толщиной 1,5 мм с помощью обычных штампов вырубают отверстия диаметром 1 мм. Если же применить штамп специальной конструкции, то подобные отверстия можно с успехом пробивать и в других материалах.

Один из таких штампов, предназначенный для пробивки отверстий в медной контактной шайбе (фиг. 12), представлен на фиг. 13. В этой шайбе (толщина 2 мм, ширина кольца 2 мм) пробивают четыре отверстия диаметром 1 мм. При этом необходимо, чтобы в результате штамповки материал не вспучивался ни с внешней, ни с внутренней стороны кольца и шайба легко удалялась из штампа.

Шайба укладывается на центрирующий палец 8, запрессованный в матрицу 7, и поджимается пружинным поджимом 6, смонтированным в верхней части штампа. Отверстия в этом поджиме служат одновременно направляющими для пуансона 1 и трех выбрасывателей 2. Для успешной работы штампа



Фиг. 11. Штамп для двусторонней пробивки отверстий в тонкостенных трубах.

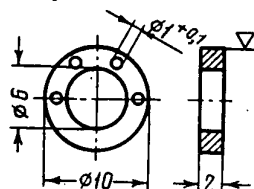
1—нижняя плита; 2—задняя направляющая планка; 3—передняя направляющая планка; 4—ползун; 5—пуансонодержатель; 6—цилиндрический пуансон; 7—прямоугольный пуансон; 8—матрица в виде трубы; 9—опорная призма; 10—нажимные стержни; 11—плита крепления нажимных стержней; 12—верхняя плита; 13—хвостовик.

большое значение имеют качество и монтаж пуансонов, изготовляемых из хромистой инструментальной стали, термообработанной до твердости $R_{C}=60-62$. Следует указать на необходимость тщательной обработки участка перехода от рабочей части пуансона диаметром 1 мм к направляющей части диаметром 2 мм. Монтаж верхней и нижней частей штампа выполняют так, чтобы в нижнем положении перебега пуансона в матрицу был незначительным. Последнее достигается правильным выбором (фиг. 14) расстояния от торца пуансона до торца верхней плиты (в данном случае 0,6 мм).

Отверстия в матрице делаются на 0,1 мм больше диаметра пуансона и к низу приобретают конусообразную (1:50) форму. Расположение пуансонов, выбрасывателей и нажимных штиф-

тов, толкающих с помощью пружины, смонтированной в хвостовике штампа, поджим вниз, показано на фиг. 15.

Упрочнение пуансонов малого диаметра. Для увеличения прочности пуансона малого диаметра в промежуток штампа между пуансонодержателем и направляющей плиткой помещается специальная усиливающая втулка (фиг. 16), длина которой должна быть несколько меньше хода ползуна пресса. В качестве такой втулки можно использовать отрезок любой стандартной трубы с внутренним диаметром, близким к диаметру пуансона, но не меньше его. Свободное пространство между трубкой и пуансоном заполняют полистироловой

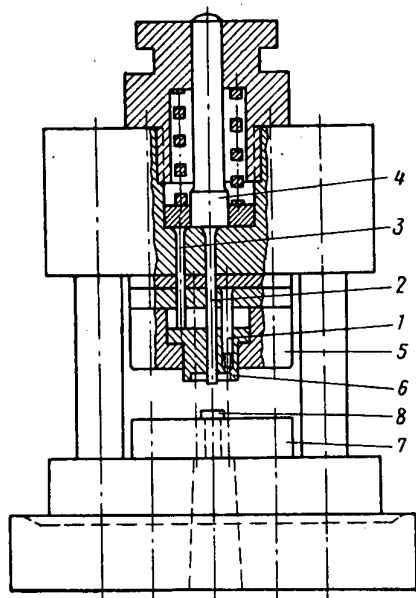


Фиг. 12. Контактная шайба.

пластмассой, затвердевающей через 12—14 час. после заливки. Благодаря плотному прилеганию затвердевшей массы к пуансону прочность последнего увеличивается.

Для лучшего сцепления наполнителя со стенками втулки из них наносят несколько рисок и обильную смазку. Пуансон же перед заливкой пластмассы покрывают специальной разделительной обмазкой. Это необходимо для того, чтобы можно было легко удалять усиливающую втулку с пуансона тогда, когда нужно ее укоротить. Последнее связано с уменьшением длины пуансона после его перешлифовки. Следует указать, что усиливающую втулку можно расположить в любом месте пуансона.

Указанный способ пригоден для усиления пуансонов разной формы. Большим его преимуществом является также и то, что заливка наполнителя происходит при комнатной температуре.



Фиг. 13. Штамп для пробивки отверстий в контактной шайбе.

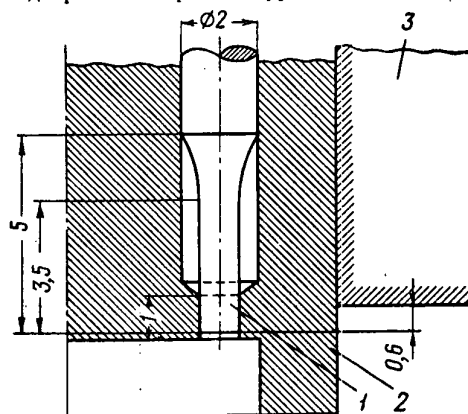
1—пуансон; 2—выбрасыватель (условно показан в плоскости сечения); 3—нажимной штифт (условно показан в плоскости сечения); 4—упор; 5—верхняя плита; 6—поджим; 7—матрица; 8—центрирующий палец.

Полистироловой пластмассой можно, кроме того, заливать отверстие в направляющей плитке, что исключает необходимость его точной обработки. В этом случае слой наполнителя должен быть тонким, во избежание значительной усадки и выпучивания. Если он по технологическим причинам получается толстым, то следует на другой день вновь залить наполнитель, но уже тонким слоем.

14—АП № 5

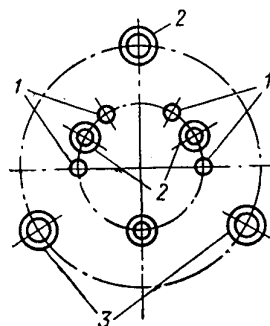
Для того, чтобы уменьшить износ направляющих, пуансон должен быть строго прямолинейным, иметь высокую чистоту поверхности и во время работы обильно смазываться.

Указанным способом можно также одновременно повысить прочность группы пуансонов (фиг. 17). В качестве основы втулки подбирается отрезок трубки, охватывающий всю



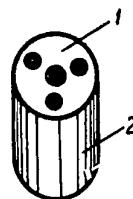
Фиг. 14. Расположение пуансона относительно прижима и верхней плиты.

1—пуансон; 2—прижим и направляющая для пуансона; 3—верхняя плита.

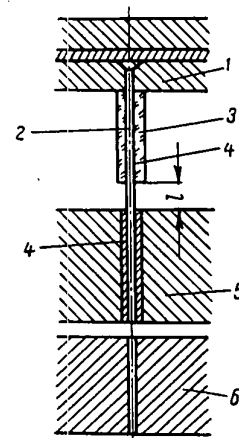


Фиг. 15. Расположение частей штампа.

1—пуансоны; 2—выбрасыватели; 3—нажимные штифты.



Фиг. 17. Усиливающая втулка для группы тонких пуансонов. 1 — пластмассовый наполнитель; 2—трубка.



Фиг. 16. Упрочнение пуансона втулкой с пластмассовым наполнителем.

1 — пуансонодержатель; 2—пуансон; 3—трубка; 4—полистироловая пластмасса; 5 — направляющая плитка; 6—матрица. l—расстояние от усиливающей втулки до направляющей плитки.

группу пуансонов. Заливка полистироловой пластмассы происходит так же, как и при одиночном пуансоне.

Л. Я. Либов

Источники: «Werkstattechnik und Maschinenbau», 1956, № 6, S. 307, 308; «Werkstatt und Betrieb», 1956, № 1, S. 88; № 4, S. 207; № 9, S. 536; № 11, S. 644; 1957, № 2, S. 145; № 3, S. 197; № 5, S. 324; № 11, S. 810; «Fertigungstechnik», 1956, № 8, S. 364.

Материалы для изготовления потенциометров

Для изготовления потенциометров обычно применяют проволоку из хромо- или медноникелевых сплавов. В ответственных потенциометрах используют проволоку из драгоценных сплавов: родиоплатиновых (10% родия и 90% платины), серебронапалладиевых, платиноиридиевых и т. д.

Проволока должна иметь следующие свойства:

1. Высокое удельное сопротивление (20—150 мком-см).
2. Линейное расширение до 0,02% на 1°С.
3. Большую антикоррозийную стойкость. Для защиты от коррозии ее рекомендуется оксидировать, лакировать, эмалировать и т. д.

4. Высокую точность по диаметру. Допуск на диаметр, превышающий 0,3 мм, не должен превосходить $\pm 5\%$ номинального значения. Для меньших диаметров (0,02—0,05 мм) устанавливают большие допуски ($\pm 15\%$ номинального значения).

5. Постоянные во времени электрические характеристики.

6. Способность к пайке и сварке. После того, как проволока намотана, концевые соединения обычно сваривают, концы проволоки покрывают пудрой и паяют серебром.

7. Высокую температуру плавления. Чем выше температура плавления материала проволоки, тем больше температура эксплуатации потенциометра и, следовательно, значительнее рассеивание энергии в обмотках открытого типа. Температура плавления может достигать 1000—1400°С. Однако температура эксплуатации для большинства потенциометров ограничена типом изоляции.

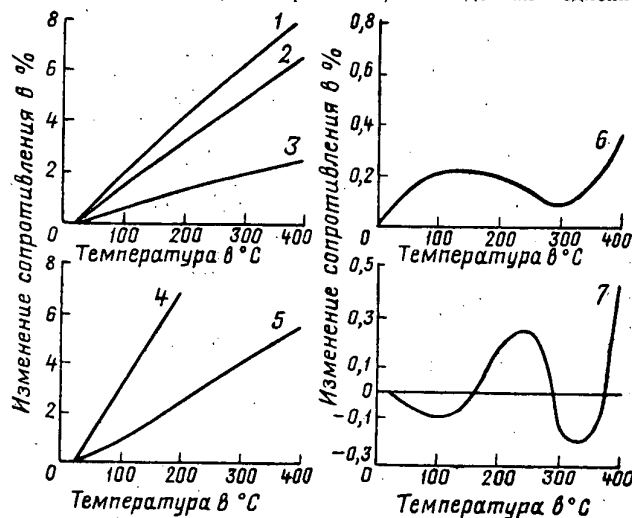
8. Низкую термо-э.д.с. по меди (меньше 1 мкв/°С). Это важно для многих потенциометров, используемых в измерительных приборах.

9. Высокую прочность на разрыв (минимум 70 кг/мм²).

Кроме того, проволока должна выдерживать намотку на каркас, диаметр которого в три раза больше ее диаметра, последующее сматывание, а затем повторение цикла.

Некоторые свойства наиболее употребительных сплавов приведены в таблице.

Введение в состав сплава добавок или отклонение от установленного металлургического процесса сильно влияют на вышеуказанные свойства. Проволока, охлажденная медленно,



Влияние температуры на удельное сопротивление наиболее употребляемых сплавов.

1—нихромовая проволока, медленно охлажденная с температуры 1000°С; 2—проволока из сплава тофет А, подвергнутая закалке; 3—проволока из сплава хромель А, подвергнутая светловому отжигу; 4—проволока из сплава 90; 5—проволока из сплава 180; 6—проволока из сплава эдванс; 7—проволока из сплава купрон.

Свойства сплавов, используемых для изготовления проволоки потенциометров

Сплав	Химический состав в %					Удельное сопротивление в мком-см	Коэффициент линейного расширения 1·10 ⁻⁶ /°С	Температурный диапазон применения в °С	Максимальная рабочая температура в °С	Фирма-изготовитель
	Ni	Cr	Cu	Fe	Mn					
Нихром V	78	20	—	1	1	108	130	20—100	1100	Драйвер-Харрис
Тофет А	80	20	—	—	—	108	140	20—100	1150	Драйвер
Хромель А	80	20	—	—	—	108	110	—	1100	Хоскинс
Купрон	45	—	55	—	—	49	± 20	20—100	500	Драйвер
Эдванс	45	—	55	—	—	49	± 20	20—100	535	Драйвер-Харрис
Манганин	4	—	84	—	12	48,2	± 15	15— 35	100	Драйвер, Драйвер-Харрис
Сплав 180	22	—	78	—	—	29,9	160	20—100	400	Драйвер
Сплав 90	12	—	88	—	—	14,9	380	20—100	400	Драйвер

У хромоникелевых сплавов высокое удельное сопротивление сочетается со значительной твердостью, обеспечивающей хорошую износостойкость. Они имеют также большой коэффициент линейного расширения, довольно постоянный для температур до 400°С.

Медноникелевые сплавы, особенно содержащие 40% и более никеля, характеризуются низким удельным сопротивлением и значительно меньшим коэффициентом линейного расширения, который может быть положительным или отрицательным и изменяется при изменении температуры от 0 до 400°С.

имеет более высокое удельное сопротивление и более низкий коэффициент линейного расширения, чем та же проволока, охлажденная быстро.

Для получения проволоки со строго определенным коэффициентом линейного расширения нужна специальная металлургическая обработка. Одинаковое удельное сопротивление по всей длине проволоки можно обеспечить только при правильном ведении металлургического процесса, равномерности площади поперечного сечения, отсутствии окалин, поверхностных шероховатостей, волокнистости, трещин, следов фильера и коррозии.

Изменение удельного сопротивления в зависимости от температуры у сплавов, наиболее часто употребляемых для изготовления проволоки потенциометров, показано на фигуре.

Проволока, применяемая для потенциометров, должна иметь более точные размеры, чем используемая в магнитных элементах. Поэтому необходимо обеспечить получение проволоки строго определенного диаметра, следить за тем, чтобы толщина слоя изоляции была одинакова по всей длине.

Одной из причин возникновения шумов является образование оксидной пленки на поверхности проволоки. Чтобы уменьшить появляющиеся при этом погрешности, надо тщательно подбирать материал для проволоки. Однако это не всегда возможно, поскольку материал приходится выбирать и по другим характеристикам, например коэффициенту линейного расширения или удельному сопротивлению. Как было уже отмечено, хромоникелевый сплав, не содержащий железа, имеет высокую антикоррозийную стойкость. Платиновые сплавы в этом отношении еще лучше, но для них характерны низкое удельное сопротивление и высокий коэффициент линейного расширения. Манганиновая проволока, обладающая низким коэффициентом линейного расширения и малой термо-э.д.с. по отношению к меди, быстро окисляется даже в неблагоприятных условиях и поэтому обычно не рекомендуется для использования в прецизионных потенциометрах с малым контактным давлением. Чтобы применять проволоку из сплавов, легко подвергающихся коррозии, корпус потенциометра нужно делать герметическим и заполнять его инертным газом.

Каркасы

В качестве каркасов обычно берут пластинки и круглые прутки из изоляционного материала и алюминия или изолированную медную проволоку.

При выборе материала для их изготовления нужно учитывать требования к форме, точности размеров и жесткости. Каркасы из медной изолированной проволоки используют обычно для струнных обмоток. Такой каркас имеет постоянные размеры по всей длине и гладкую поверхность, легко принимает нужную форму, обладает хорошей теплопроводностью, благодаря чему обмотка может рассеивать значительно больше тепла, чем всякая другая. Основным недостатком струнной обмотки — большая емкость, ограничивающая диапазон частоты, в котором работает потенциометр.

Плоские каркасы часто изготавливают из листовой фенольной пластмассы, что, как правило, дает вполне удовлетворительные результаты. Присущая этой пластмассе влагопоглощаемость не является серьезным недостатком, поскольку после намотки потенциометр покрывают лаком для сохранения расположения витков. Может применяться и пластмасса типа стеклотекстолита. По стабильности размеров, сопротивляемости поглощению влаги и образованию плесени она лучше фенольной. Однако этот материал не получил широкого распространения, так как плохо обрабатывается резанием.

Одним из основных требований, предъявляемых к каркасам, является отсутствие шелей, вмятин и царапин, особенно на поверхности перемещения контакта. Чтобы добиться этого, каркас после покрытия можно пропускать через алмазный фильер, благодаря чему за одну операцию он выпрямляется, приобретает нужный размер и гладкую поверхность. Кромки плоских каркасов скругляют с помощью специальной фрезы, а затем тщательно контролируют; на фрезерованной поверхности не должно быть неровностей, волнистости, царапин и следов инструмента. После фрезерования поверхность рекомендуется полировать мягким или средней жесткости войлочным кругом с применением абразива. Качество обработки должно быть высоким, иначе может произойти смещение витков в процессе намотки, что очень влияет на точность потенциометра.

Размеры каркаса следует выдерживать в пределах требуемых допусков.

Контакты

Точность и срок службы потенциометра в значительной степени зависят от конструкции и материала подвижного контакта. Исследования показали, что для потенциометров с проволокой из хромоникелевых сплавов наилучшими оказались контакты из серебронапалладиевого сплава с добав-

ками платины, золота, меди и цинка, а для потенциометров с проволокой из медноникелевых сплавов — контакты из серебронапалладиевого сплава. В лаборатории Массачусетского технологического института изучалось около тридцати сплавов; оказалось, что фосфористая бронза, обычно используемая для контактов, менее всего подходит для этой цели.

Контакты, изготовленные из серебронапалладиевого сплава, не вызывают износа обмотки потенциометра. Это наглядно иллюстрирует один из проведенных экспериментов: после 1 000 000 циклов контакт из этого сплава был заменен новым, но линейность потенциометра не изменилась.

Соотношение между твердостью подвижного контакта и обмотки должно быть таким, чтобы более интенсивно изнашивался первый, так как заменить подвижной контакт значительно легче, чем сопротивление.

Серебронапалладиевый сплав особенно подходит для изготовления контактов, скользящих по хромоникелевой проволоке. Для более мягких медноникелевых сплавов он слишком тверд. В этом случае лучше применять серебронаплатиновый сплав.

В течение всего срока службы потенциометра необходимо сохранять установленное контактное давление, что обеспечивается правильной конструкцией щеткодержателя. Слишком большое контактное давление вызывает быстрый износ потенциометра, а недостаточное — шум, особенно в условиях сильной вибрации или при быстром движении щеткодержателя. Для контактов, рассмотренных выше, контактное давление составляет 40—50 г. Потенциометр с таким контактным давлением и контактом правильной формы, изготовленным из серебронапалладиевого сплава, при работе по нихромовой проволоке имеет срок службы, равный 1 000 000 циклов. В некоторых случаях этот срок удается еще продлить. Иногда он может превышать 12 000 000 циклов.

Форма и размеры скользящих контактов оказывают существенное влияние на разрешающую способность потенциометра. При их проектировании необходимо стремиться к тому, чтобы контакт во время движения по контактной дорожке не замыкал сразу более двух витков. Это достигается путем соответствующего выбора материала контакта и упругости пружины, на которой он закрепляется. Удобен, например, цилиндрический стержень с осью, параллельной оси провода, так как при такой форме контакт одновременно касается не более двух витков и, следовательно, может замкнуть не более одного витка.

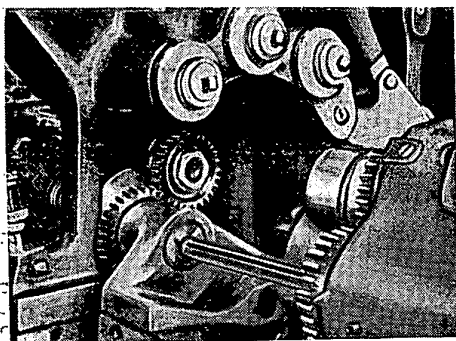
Контакты, применяемые в различных потенциометрах, имеют одну общую характеристику — цилиндрическую форму в зоне касания с проволокой. Как показали эксперименты и теоретические изыскания, эта форма обеспечивает получение наибольшей разрешающей способности. Неправильно спроектированный контакт быстро изнашивается, и на его рабочей поверхности образуется плоская площадка. Поэтому движок перескакивает через витки, замыкает разное их число, входит в контакт с уже пройденными витками и т. д.; в результате на выходе потенциометра получаются случайные составляющие, снижающие точность работы.

Для уменьшения износа проволоки вместо скользящих контактов применяют контакты качения. Однако экспериментальное исследование потенциометра с таким контактом показало, что уже после 6125 оборотов первоначальной линейности, равная 0,24%, возросла до 0,36% и сильно увеличился шум.

Наиболее важным соображением при конструировании контакта с оптимальными разрешающими характеристиками является выбор диаметра контакта в зоне его соприкосновения с проволокой. Если этот диаметр по отношению к диаметру проволоки и шагу обмотки слишком велик, то на контакте быстро образуется плоскость, и его работа нарушается. Если диаметр контакта слишком мал, то он задевает и обрывает витки, и потенциометр быстро выходит из строя. Вероятность перескакивания через витки растет с увеличением скорости вращения. Потенциометры с большой скоростью вращения (1800 об/мин) имеют специальные контакты.

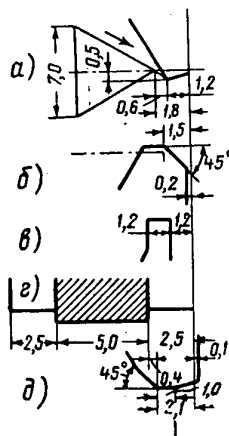
Корпусы

Корпус потенциометра изготавливается из металла или из изоляционного материала. Корпусы из изоляционного материала используют либо непосредственно после формования,



Фиг. 4. Вращающаяся державка для направляющей втулки.

- 5) движение вперед шпиндельной головки для обточки боковым резцом фаски ($0,2+1,2=1,4$ мм);
6) перемещение назад бокового резца на 0,6 мм в положение, соответствующее расстоянию 3 мм от оси шпинделя;
7) движение вперед шпиндельной головки для обточки поверхности диаметром 6 мм под резьбу на длину $0,1+10-0,3=9,8$ мм; одновременное сверление центрального отверстия и обратное перемещение центрального сверла на 5,5 мм в исходное положение;



Фиг. 5. Расположение инструментов.

а — отрезной резец;
б — боковой резец; в — канавочный резец;
г — накатка; д — второй боковой резец.

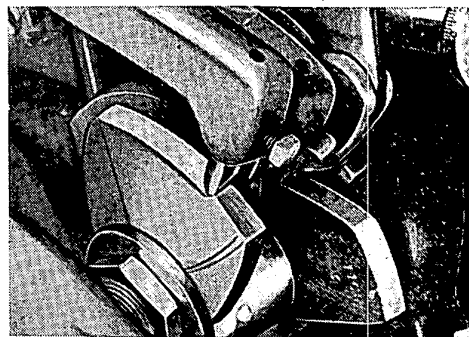
- 14) перемещение канавочного резца в рабочее положение на 2,55 мм;
15) движение вперед шпиндельной головки для обточки поверхности диаметром 8 мм на длину 12 мм;
16) подача канавочного резца вперед на 1,5 мм;
17) нарезание резьбы дополнительным шпинделем; врезание канавочного резца на 0,55 мм; возвращение бокового резца на 1,5 мм и канавочного резца на 2,5 мм (5,5 мм от оси шпинделя);
18) движение вперед шпиндельной головки на ширину подшпинника накатки (2,5 мм) за вычетом смещения канавоч-

ного резца (1,2 мм), затем на ширину цилиндрической части до начала накатки (3 мм) и ширину накатки (5 мм), т. е. на 9,3 мм;

19) перемещение вперед державки с накаткой (см. фиг. 5,г) на 0,5 мм до установки в рабочее положение; поворот трехшпиндельной насадки для поддержания центром обрабатываемой детали;

20) подача накатки на 0,5 мм;

21) движение вперед шпиндельной головки на 23 мм для накатывания поверхности диаметром 10 мм и длиной 28 мм с учетом ширины накатки, равной 5 мм;



Фиг. 6. Кулачки трех резцов.

- 22) возвращение накатки в исходное положение (на 1 мм);
23) движение вперед шпиндельной головки на ширину правой цилиндрической поверхности, за вычетом 0,4 мм — разности положений накатки и резца, т. е. 3,6 мм;
24) перемещение второго бокового резца (фиг. 5,д) на 0,5 мм в рабочее положение;
25) врезание второго бокового резца на 0,5 мм для обточки поверхности диаметром 9 мм и фаски $0,5 \times 45^\circ$;
26) движение вперед шпиндельной головки для обточки поверхности диаметром 9 мм на длину 13 мм за вычетом ширины резца (1 мм), т. е. на длину 12 мм;
27) передвижение вперед шпиндельной головки для обточки конуса на длину 18 мм с учетом ширины резца и фаски, т. е. $18+1+0,3=19,4$ мм, врезание на 0,5 мм второго бокового резца для обточки фаски;
28) движение вперед канавочного резца на 1,5 мм;
29) врезание канавочного резца на 1,05 мм;
30) возвращение канавочного резца на 2,55 мм в исходное положение (5,5 мм от оси);
31) движение вперед шпиндельной головки для обточки поверхности диаметром 7 мм вторым боковым резцом на длину 12 мм за вычетом ширины резца и ширины фаски, т. е. на $12-1-0,3=10,7$ мм;
32) движение вперед отрезного резца на 2,5 мм для установки в рабочее положение;
33) перемещение вперед шпиндельной головки для обточки со стороны центра на длину 5,2 мм и переход за ось шпинделя, равный 0,6 мм, т. е. на 5,8 мм, при одновременном поперечном движении отрезного резца на 3,5 мм;
34) возвращение бокового резца в исходное положение на 2,5 мм.

По перемещениям шпиндельной головки и отдельных инструментов можно определить количество лучей кулачков и, следовательно, форму кулачков (см. фиг. 6), а также подсчитать машинное и штучное время.

Я. Л.

Источник: «Werkstatt und Betrieb», 1957, № 4, S. 239.

Хроника

Установка для обнаружения баллистических снарядов

В США разработана радиолокационная установка, способная обнаруживать межконтинентальные баллистические снаряды на расстоянии 4800 км. Эта установка еще находится в стадии проектирования, но, по заявлению начальника штаба ВВС США, в ближайшее время будет передана в эксплуатацию.

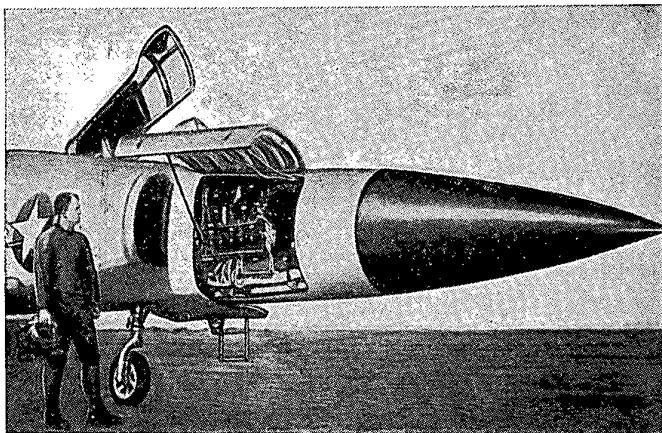
Установка сможет обнаруживать межконтинентальные баллистические снаряды на значительном расстоянии вскоре после запуска (благодаря очень большой высоте их полета), но не сможет обнаруживать снаряды с малой дальностью действия и самолеты, летящие на небольшой высоте.

После обнаружения межконтинентального баллистического снаряда счетно-решающее устройство позволит установить его траекторию, скорость, а также размеры и форму. Следовательно, можно будет заранее определить конечную цель снаряда, его тип и местоположение пусковой установки. Промежуток времени с момента обнаружения снаряда до поражения им цели составит 10—15 мин. Поэтому можно будет принять меры к его уничтожению. Для этого требуются эффективные снаряды. Однако, насколько известно, таких снарядов еще нет, но они проектируются в срочном порядке.

«Missiles and Rockets», 1957, X

Бортовой вычислитель

Опубликованы первые данные о бортовом самолетном вычислителе «Диджитэр», который производится фирмой Хьюз Эйркрафт. Аппаратура «Диджитэр» — небольших габаритных размеров, разработана для применения на истребителях-перехватчиках. Она может выполнять 9600 основных арифметических вычислений в секунду и принимать 6250 решений в ми-



Фиг. 1.

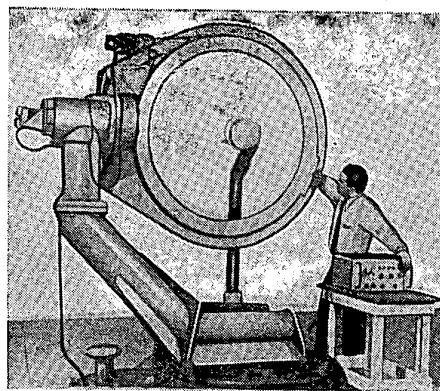
нуту, получая информацию 61 вида от наземных станций управления и от бортового радара истребителя и выдавая информацию 30 видов. В эти 30 видов входят: команды по отклонению поверхностей управления для корректировки тангажа и крена; инструкции летчику об изменении скорости; постоянное указание количества имеющегося топлива и возможной дальности полета; определение расстояния до цели; сведения относительно азимута и возвышения; указание необходимой скорости и высоты, на которой летчик должен лететь, чтобы перехватить цель, — т. е. фактически вся информация, требующаяся для управления самолетом, навигации, обнаружения цели и атаки. В течение программного цикла (1,8 сек.) вычислитель по меньшей мере один раз выполняет или контролирует выполнение 16 отдельных функций по навигации и управлению полетом. Вес его 55 кг.

На фиг. 1 показан этот вычислитель, установленный на истребителе ПВО Конвер F-102.

«Interavia», 1958, № 3878

Стенд для контроля обтекателей радарных установок

Фирмой Калифорния Техникал Индастрис создан стенд для проверки обтекателей радарных установок (фиг. 2). На этом стенде определяют величины искажения в направлении луча радара при прохождении его через обтекатель уста-



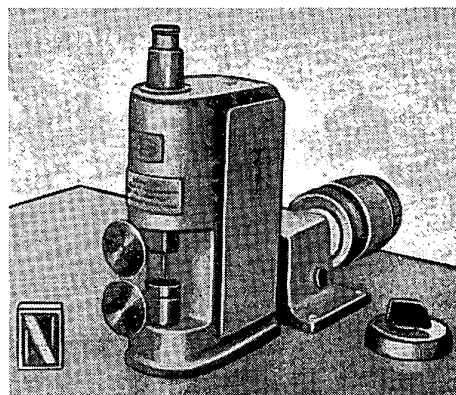
Фиг. 2.

новки. Стенд снабжен приводом, вращающим обтекатель, и автоматической записывающей системой, регистрирующей угловые отклонения луча от вертикали и горизонтали в зависимости от положения (поворота) обтекателя.

«American Aviation», 1957, v. 20, № 19

Микросварочная машина

Фирмой Пеко Электрише Швайсмашиненфабрик изготовлена микросварочная машина (фиг. 3) с электронным синхрон-



Фиг. 3.

ным регулятором, предназначенная для сварки очень тонких листов проволочных сеток и других деталей малых сечений.

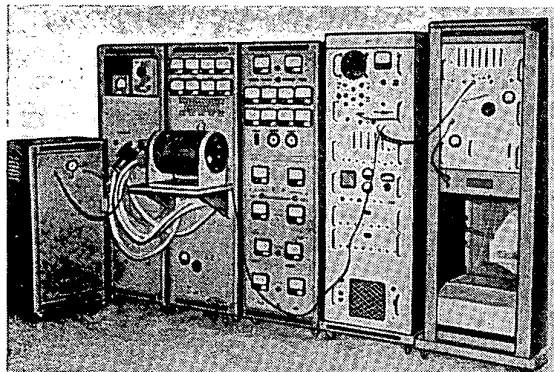
Техническая характеристика микросварочной машины

Номинальная мощность	до 20 ква
Скорость сварки при роликах диаметром 44 мм	0,7—1,2 м/мин
Количество скоростей вращения роликов	7
Давление электродов	0,5—10 кг
Высота подъема электродов	до 6 мм
Вылет электродов	65

«Werkstatt und Betrieb», 1957, № 11

Полуавтоматическая установка для контроля телеметрических систем управляемых снарядов

Американская фирма Бендикс изготовила полуавтоматическую программную измерительную установку для окончательного контроля телеметрических систем управляемых снарядов (фиг. 4). Установка предназначена для измерения около 200 параметров и дает показания по цифровой системе. С ее помощью менее чем за час можно проверить телеметрическую



Фиг. 4.

систему управляемого снаряда, имеющего, например, 177 каналов с частотной модуляцией.

Несущая частота, выходная мощность, а также частота и аппаратура каждого вспомогательного несущего канала измеряются одновременно с определением линейной чувствительности.

Сигнал с панели моделирующего устройства вызывает ответные моделирующие сигналы преобразователя. На измерительной панели они превращаются в цифровую форму и отпечатываются на бумажной ленте. Отдельные измерения можно проводить на разных вспомогательных несущих частотах.

Установкой управляет один малоквалифицированный оператор.

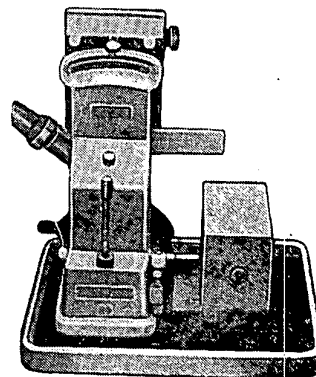
«Missiles and Rockets», 1957, X

Прибор для контроля микрозацеплений

Новый прибор завода VEB Файнмессейгфабрик для контроля микрозацеплений (фиг. 5) выполняет измерения с помощью ножа или шарика, в зависимости от типа контролируемого зубчатого колеса. Контроль осуществляется по способу измерения расстояния между измерительной вставкой, введенной во впадину между зубьями, и осью измеряемого колеса. Сопоставление данных измерения всех зубьев позволяет определить величину биения или погрешности шага проверяемого колеса.

Индикаторное устройство прибора представляет собой модификацию точного оптического (лучевого) указателя с торсионной лентой. Световая отметка на шкале видна только при

остановке контролируемой детали. Во время вывода и ввода щупа световой луч перекрывается диафрагмой. Прибор снабжен записывающим устройством.



Фиг. 5.

Поддача контролируемых колес полностью автоматизирована. На плите вместе с прибором установлен небольшой приводной двигатель.

«Feingerätetechnik», 1957, № 6

Радиоактивные изотопы в самолетостроении

Фирма Дуглас Эйркрафт использует радиоизотопы для измерения толщины защитных покрытий, контроля состава гальванических растворов и исследования герметичности соединений. Кроме того, радиоизотопы применяются для обнаружения дефектов сварки и для изучения вредных влияний, оказываемых различными топливами новых видов на герметизирующие прокладки топливных баков. Путем измерения поглощения β -лучей определяется содержание водорода в различных жидкостях.

Радиоизотопы поставляются национальными лабораториями по атомным исследованиям, расположенными в Ок-Ридже.

«Luftfahrttechnik», 1958, № 2

Пластмассовые пассажирские кресла

Английской фирмой Микроселл-Груп создано пассажирское кресло из пластмассы, усиленной стекловолокном. Новое кресло по прочности не уступает металлическому, а по конструкции значительно проще и надежнее (обеспечивает лучшую амортизацию). Благодаря малому весу пластмассовых кресел (на 6,8 кг легче металлических) появляется возможность увеличить грузоподъемность пассажирских самолетов. Подсчитано, например, что при эксплуатации самолета типа «Британния» ежегодный дополнительный сбор составит 45 000 фунтов стерлингов.

«Luftfahrttechnik», 1957, № 9

Смазочные материалы для высоких нагрузок

Для смазки деталей, работающих в условиях особенно высоких удельных давлений, разработан специальный материал моликоот ВК2, который устраняет необходимость применения многочисленных смазочных масел. Новый материал может использоваться при температурах от -35 до $+120^\circ\text{C}$ и одновременно при температурах до $+190^\circ\text{C}$. В его состав входят чистый сернистый молибден (в виде порошка) и жир. Материал образует пленку, выдерживающую давления до $20\,000\text{ кг/см}^2$. При постоянной нагрузке интервал между повторными смазками значительно больше, чем при употреблении обычных смазочных материалов. Детали, покрытые новым материалом, не окисляются, благодаря чему увеличивается срок их эксплуатации. Большое значение имеет также уменьшение коэффициента трения.

Для особенно низких температур (до -70°C) используется смазочный материал моликот арктис, причем шарикоподшипники могут работать длительное время без дополнительной смазки.

«Luftfahrttechnik», 1958, № 2

Жидкий кислород для приборов

На новых морских самолетах фирмы Дуглас Эйркрафт для кислородных аппаратов используется газ в жидком состоянии. Для его аккумулялирования служит шаровой бак, имеющий теплоизоляцию. Проходя через неизолированный змеевик, окружающий бак, жидкий кислород при низком давлении переводится в газообразное состояние и вдыхается через кислородный аппарат. По сравнению с тяжелыми стальными баллонами для сжатого воздуха новое устройство дает большую экономию веса (75%) и места.

«Luftfahrttechnik», 1957, № 9

Листовой бериллий для самолетов

ВВС США заключили с фирмой Браш Бериллиум контракт на сумму в 300 тыс. долл. на разработку методов производства листового бериллия.

Так как бериллий имеет сравнительно небольшой удельный вес и может сохранять прочность при температуре выше 833°C , ВВС рассчитывают на широкое применение его в скоростных самолетах и управляемых снарядах (бериллий в три раза прочнее стали, и только на $\frac{2}{3}$ тяжелее алюминия). Приблизительная цена конструкции из бериллия — 165—220 долл. за килограмм; из алюминия — 45—90 долл.

ВВС полагают, что истребитель, обладающий скоростью, соответствующей числу $M=2,5$, сделанный целиком из бериллия, будет весить на 7250 кг меньше, чем такой же самолет из стали. Кроме того, жаропрочность бериллия обеспечит для самолета превосходство в высоте приблизительно на 8% и дальности на 16%.

Вес планера транспортного самолета может быть уменьшен на 50% по сравнению с планером из алюминиевых сплавов, а эффективная дальность увеличена на 40%.

Контракт с фирмой Браш Бериллиум предусматривает разработку методов проката листового бериллия из прессованных порошковых слэбов.

«Aviation Week», 1958, 6/1

Ядерные силовые установки

Проведение программы исследований применения ядерных силовых установок для аппаратов, летающих в атмосфере и безвоздушном пространстве, поручено научной лаборатории Лос-Аламос и исследовательской лаборатории Калифорнийского университета Ливерморе. Для проведения опытов выбран испытательный полигон в штате Невада. По проекту «Роувер» (научная лаборатория Лос-Аламос) разрабатываются аппараты с ракетными силовыми установками, а по проекту «Плутон» (исследовательская лаборатория Калифорнийского университета) — аппараты с ПВРД.

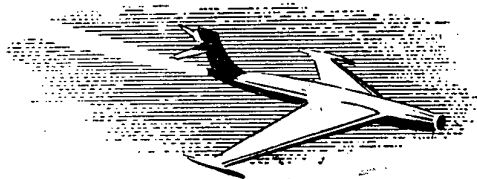
Первые наземные испытания систем реакторов намечены на конец текущего года. Председатель комиссии США по атомной энергии сказал, что, вероятно, пройдет больше двух-трех лет до начала летных испытаний ракет с ядерными силовыми установками. В качестве источника тепла для ПВРД рассматривается высокотемпературный реактор с газовым охлаждением.

«Engineering», 1958, № 4803

Мировой рекорд скороподъемности

На самолете Сюд-Авиасьон SO 9050 «Тридан» II 4 апреля на базе ВВС Франции Истр в присутствии официального контролера ФАИ был установлен мировой рекорд скороподъемности. С момента старта (с места) самолет достиг высоты 15 000 м за 2 мин. 37 сек. Высоту 12 000 м самолет набрал за 2 мин. 12 сек., превывсив рекорд, установленный на самолете Норд «Жерфо» II (2 мин. 17 сек.), и достиг высоты 16 000 м за 2 мин. 51 сек. Фирма обратилась к ФАИ с просьбой утвердить эти рекорды.

«Interavia», 1958, № 3957



И Н Ф О Р М А Ц И Я

Научно-техническая сессия по приборостроению

19—23 ноября 1957 г. в Москве в Центральном Доме Советской армии состоялась юбилейная научно-техническая сессия работников приборостроения, посвященная 40-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции. В сессии приняло участие около 900 человек, из которых 680 человек были делегатами от приборостроительных заводов, ОКБ, НИИ и военных ведомств. На сессии работало три секции: расчетно-конструкторская, технологии приборостроения и секция метрологии. Всего было заслушано более 80 докладов и сообщений.

На пленарном заседании были сделаны доклады: «Достижения советского приборостроения в области разработки и изготовления приборов для автоматического контроля и регулирования технологических процессов» (докладчик М. Е. Раковский); «Отечественное приборостроение за 40 лет» (Л. И. Логинов); «Радиоэлектронные приборы современной техники» (докт. техн. наук Н. И. Чистяков); «Современное состояние и проблемы технологии приборостроения» (докт. техн. наук А. Н. Гаврилов); «Государственные испытания измерительных приборов и их значение для прогресса приборостроения» (докт. техн. наук М. И. Левин).

М. Е. Раковский указал, что для осуществления полной автоматизации производства в приборостроении необходимо проделать большую подготовительную исследовательскую и конструкторскую работу, связанную с изменениями существующих процессов технологии и созданием нового современного оборудования. Внедрение автоматизации невозможно без общего подъема технического уровня промышленности. По решению ЦК КПСС и Совета Министров СССР в нашей стране строится большое количество новых приборостроительных заводов. В системе Госплана создана сеть головных научно-исследовательских институтов, на которые, кроме основной работы, возложена обязанность обобщать материалы, необходимые для правильного планирования развития приборостроения в Советском Союзе.

Инж. Б. А. Максимихин сообщил о работах НИТИ по технологии пайки деталей приборов. В приборостроении до последнего времени в качестве основного конструкционного материала использовались медь и ее сплавы. Для резкого снижения веса и габаритов аппаратуры существенное значение имеет замена меди и ее сплавов более легкими и прочными конструкционными материалами на алюминиевой и магниевой основе. За истекшие 2—3 года разработаны и нашли промышленное применение новые высокоэффективные флюсы и припой для твердой и мягкой пайки меди, алюминия, магния и их сплавов. Освоены прогрессивные способы пайки с нагревом т. в. ч., электроконтактным способом, погружением в ванну с расплавленными солями и с применением ультразвука.

Ультразвуковое лужение алюминия ведется без флюсов: волновые давления с частотой 18—22 кгц вызывают в жидком припое кавитацию, сопровождающуюся громадными ударными импульсами, которые разрушают окисную пленку, и оловянно-цинковый припой легко облуживает поверхность металла.

Для пайки латунных и алюминиевых деталей в расплавленных солях используются твердые припои П590А. П575А.

34А, П480А и П425А. По сравнению с пайкой газовыми горелками и т. в. ч. пайка в соляных ваннах производительнее в 10—15 раз, а качество ее не зависит от мастерства исполнителя.

Процесс пайки с электроконтактным нагревом состоит в том, что электрический ток промышленной частоты, напряжением 6—12 в пропускается через металлические или графитовые электроды, между которыми установлены детали.

Далее докладчик рассказал об установке УПР-2 для пайки латунных и алюминиевых сплавов, разработанной в НИТИ.

В ряде случаев при создании узлов радиоаппаратуры конструкторы отказывались от применения магниевых сплавов, позволяющих получать прочные и легкие конструкции, лишь из-за невозможности их пайки. В последнее время разработаны специальные флюсы и припои для пайки магниевых сплавов.

Инж. И. В. Борисов осветил некоторые вопросы технологичности электроизмерительных приборов. В связи с постоянно возрастающим выпуском различного рода электроизмерительных приборов повышение их технологичности приобретает все большее значение. Докладчик привел примеры технологичных конструктивных решений. Так, большая группа электроизмерительных приборов имеет магнит в качестве основного элемента, определяющего их работу. Магниты отливают из высококоэрцитивных сплавов или делают из металлокерамики и металлопластики. Практика заводов и зарубежный опыт показывают, что наиболее технологичными в условиях электроприборостроения являются металлокерамические магниты.

Канд. техн. наук Ю. Е. Шнейдер сообщил о своих работах по чистовой обработке методом пластического деформирования наружных и внутренних цилиндрических и плоских поверхностей различных деталей приборов. Основными методами обработки наружных цилиндрических поверхностей являются: прокатывание между роликками, накатывание роликками и шариками.

В приборостроении наибольшее применение получила схема прокатывания «вдавливанием» одновременно по всей длине заготовки (существует еще несколько схем прокатывания «на проход»). Прокатывание может применяться как метод чистовой «полуразмерной» обработки для повышения чистоты поверхности на 2—3 класса и микротвердости — на 20—40%, а также для калибрования с точностью до 2—4 мк на диаметр без искажения формы детали в продольном и поперечном сечениях. При этом прокатывание в несколько раз производительнее тонкого точения и шлифования при обработке по 8—9-му классам, и суперфиниша — при отделке по 10—11-му классам чистоты.

Все более широкое применение получает предложенное докладчиком накатывание шариками поверхностей различной формы. Применение такого накатывания одновременно с точением (шарик располагается со стороны, противоположной резцу) особенно рентабельно при обработке длинных тонкостенных труб. Выявлена также возможность накатывания шариками на скоростях до 500—600 м/мин (обычно скорости накатывания не превышают 200 м/мин). Незначительные давления на шарик (15—20 кг) позволяют вести накатывание недостаточно жестких деталей.

Особенно эффективно применение обработки шариками для отделки отверстий 9—10-го классов чистоты и 2-го класса точности.

Внедрение накатывания при обработке рабочих поверхностей цилиндров пневматических устройств на ленинградском заводе «Пневматика» позволило достигнуть 10-го класса чистоты поверхности на сырых сталях 20 и 45.

Экспериментально установлен наивыгоднейший режим раскатывания: скорость резания 200 м/мин, подача 0,2—0,3 мм/об, давление 15—20 кг; диаметр шарика 14—20 мм. При таком режиме отверстия диаметром 120—200 мм, длиной 130—150 мм обрабатываются за 1—1,5 мин; исходная чистота поверхности за один проход повышается с 6—7-го до 9—10-го классов.

При накатывании шариками отверстий в чугунных цилиндрах (взамен шлифования) достигается 9—10-й класс чистоты поверхности и сохраняется исходная точность.

Инж. Г. С. Хименко рассказал о результатах работ, проведенных НИТИ, ВИАМ и рядом ОКБ в области уменьшения веса и габаритов радиоэлектронной самолетной аппаратуры.

Опыт разработки новой аппаратуры показывает, что обеспечение выдвигаемых требований к весу и габаритам может быть достигнуто как новыми конструктивными решениями, так и пересмотром состава конструкционных материалов.

НИТИ совместно с ВИАМ и некоторыми ОКБ разработаны и рекомендуются для применения в качестве конструкционных материалов: пенопласт взамен алюминиевых сплавов для зеркал антенн; особо прочный прессматериал для силовых конструкций взамен стали и алюминиевых сплавов; алюминиевый сплав В95 с глубоким анодированием для зубчатых колес малого модуля взамен стали (возможна замена до 60—70% стальных колес), алюминиевый сплав взамен латуни для деталей волноводных устройств (отработаны технология пайки и процесс глубокого анодирования алюминиевых волноводов).

Инж. М. П. Козлов сообщил, что по заданию Комитета стандартов, мер и измерительных приборов при Совете Министров СССР Научно-исследовательский институт ГК СМ СССР по судостроению на основе обобщения передового отечественного и зарубежного опыта разработал проект ГОСТ (в первой редакции) на допуски маломодульных зубчатых передач.

Канд. техн. наук С. А. Готман сделал сообщение о работах по снижению трудоемкости изготовления блоков штампов для холодной штамповки в приборостроении.

В условиях мелкосерийного производства для изготовления деталей сложной конфигурации и сравнительно высокой точности нужны специальные штампы с направляющими элементами (колонками и втулками), значительная трудоемкость и стоимость которых существенно повышают себестоимость изделий. Одним из путей снижения трудоемкости изготовления таких штампов является закрепление колонок в плитах заливкой жидким металлом. В этом случае отпадает необходимость выдерживать жесткий допуск на межцентровые расстояния между отверстиями в плитах и обрабатывать отверстия в нижней плите. Требуется лишь точно выполнить отверстия под запрессовку направляющих втулок и выдерживать перпендикулярность их осей к плоскостям плиты. Для заливки могут быть использованы сплавы на цинковой основе. Кроме того, имеется опыт закрепления направляющих пуансонов, служащих одновременно съемниками, также способом заливки легкоплавким антифрикционным сплавом (компоненты сплава: свинец, висмут, олово и сурьма).

Различные детали штампов можно закреплять цементной массой, которая по сравнению со сплавами имеет некоторые преимущества: не подвержена усадке, безопасна, проста и дешева в изготовлении.

Канд. техн. наук В. И. Голиков посвятил свой доклад работам в области теории построения процесса обработки зубчатого венца в соответствии с заданной точностью.

Непрерывное развитие приборостроения значительно повышает требования, предъявляемые к зубчатым колесам с модулями 0,15—1 мм. Если несколько лет тому назад точность основных эксплуатационных показателей исчислялась десятками микрон, то в настоящее время выдвигаются требования к изготовлению зубчатых колес малого модуля с точностью всего лишь в несколько микрон. В связи с этим научно-исследовательские институты работают над созданием новых тех-

нологических процессов окончательной обработки зубчатого венца. Наряду с этим совершенствуются существующие процессы: зубофрезерование червячными и дисковыми фрезами и зубодобление дисковым долбяком.

Канд. техн. наук Б. А. Хохлов сделал обзор развития производства деталей зубчатых зацеплений малого модуля в отечественном приборостроении. В частности, докладчик сообщил об отечественном станке мод. 5110, который в 8—10 раз производительнее станков, обрабатывающих зубчатые колеса посредством червячных фрез.

Большое значение имеет внедрение нового метода нарезания закаленных зубчатых колес малого модуля на резбоблифовальных станках с помощью специального приспособления.

Канд. техн. наук З. Ф. Уразаев сообщил о проведенных НИИТ исследованиях влияния нагрузок на момент сопротивления вращению шарикоподшипников в термостатических приборах.

Одни и те же шарикоподшипники в разных приборах работают при различных нагрузках, меняющихся от нескольких граммов до нескольких килограммов. Вместе с тем, как установлено, увеличение нагрузки на шарикоподшипник, например со 100 до 300 г, увеличивает момент сопротивления вращению при проверке по выбегу на 50—60%, а при проверке на трогание — на 90—120%.

Представляют интерес полученные значения изменения моментов сопротивления вращению в зависимости от времени и условий их хранения. Так, у шарикоподшипников, хранящихся в неконсервированном виде в помещении сборочного цеха в течение двух месяцев, момент сопротивления вращению увеличивается более чем в три раза.

Полученные результаты могут быть полезными для решения некоторых технических вопросов приборостроения.

Канд. техн. наук А. Т. Белевцев в своем докладе отметил основные требования, предъявляемые к конструкции в технологическом процессе изготовления точных потенциометров и остановился на некоторых вопросах их производства.

Применение проволоки с высокими электрическими, температурными и механическими свойствами исключает необходимость индивидуального подбора сопротивления. Использование намоточных станков с устройствами для определения натяжения проволоки и программными устройствами позволит автоматизировать изготовление высокоточных потенциометров. Создание станков для автоматической зачистки контактной дорожки позволяет исключить ручной труд.

Весьма важной является механизация и автоматизация процессов контроля выходных параметров переменных сопротивлений. Актуальность этой проблемы определяется, во-первых, возрастающими требованиями к точности, когда без средств автоматизации исключается возможность объективного контроля, и, во-вторых, необходимостью высвободить огромный аппарат контролеров.

Значительным достижением приборостроительной промышленности следует считать создание самопишущих электронных приборов для проверки характеристики и контактирования потенциометров.

Инж. В. В. Савин свой доклад посвятил вопросу точности намотки потенциометров. Проведенный анализ ГОСТ, ОСТ, ТУ и экспериментальные исследования погрешностей намоточной проволоки показывают, что она не удовлетворяет требованиям по равномерности сопротивления, стабильности механических свойств и т. д. Погрешности изготовления каркаса значительно влияют на точность сопротивления; их можно определить аналитически и свести к минимуму. Значительные погрешности сопротивления возникают в процессе намотки. При укладке витка на каркас проволока подвергается изгибу и растяжению. Степень ее деформации зависит от натяжения при намотке и значительно влияет на сопротивление витка. Очевидно, что усиление натяжения должно определяться в зависимости от требований к точности намотки с учетом диаметра и механических качеств проволоки, размеров и формы сечения каркаса. Предельно допустимые величины натяжения проволоки можно определить, исходя из удовлетворения условия прочности в наиболее нагруженном слое материала проволоки. В результате созданы таблицы предельно-допустимых величин натяжения проволоки в зависимости от ее материала, диаметров и минимальных радиусов изгиба; раз-

работаны рекомендации по выбору натяжения проволоки в зависимости от требования к точности сопротивления.

Инж. П. Д. Ермолаев рассказал о работах НИТИ по изготовлению деталей приборов без снятия стружки в условиях мелкосерийного производства.

Повышение производительности изготовления крепежных деталей, ручек переключателей, осей потенциометров, червяков и других деталей достигается заменой обработки резанием холодным пластическим деформированием металла. Перевод на изготовление данных деталей высадкой позволил на ряде заводов в 5—8 раз повысить производительность, до 30—50% снизить расход материалов и высвободить часть оборудования. Технологию изготовления деталей без снятия стружки целесообразно не только применять в массовом, но и в мелкосерийном производстве.

Процесс холодной прокатки позволяет не только приблизить размеры заготовки к размерам детали, но и дает возможность почти полностью исключить последующую механическую обработку. Так, на некоторых заводах механическая обработка многих деталей из профилей заменена холодной прокаткой в роликах на протяжном станке с применением несложного приспособления. При этом трудоемкость снижается в 10—15 раз и отход металла в стружку — с 30—60% до 3—5%. Прокатка обеспечивает достаточную точность профиля деталей (2-й класс) и высокую чистоту поверхности.

Докт. техн. наук А. Н. Гаврилов сделал доклад об автоматизации и механизации технологических процессов в приборостроении.

Многочисленные отрасли приборостроения, имеющие широкую номенклатуру и различную программу изделий, требуют индивидуального подхода к выбору методов автоматизации и механизации технологии производства; в одних случаях может быть рентабельной лишь механизация отдельных операций, в других — комплексная автоматизация производства изделий в целом.

За последние годы на отечественных и зарубежных приборостроительных заводах весьма интенсивно и в широких масштабах осуществлялась так называемая частичная механизация и автоматизация. Ее основные направления: повышение использования автоматизированного оборудования для выполнения заготовительных и первых операций обработки в таком объеме, чтобы свести к минимуму последующую обработку; внедрение специальных и агрегатных станков; модернизация станков общего назначения до такой степени их автоматизации, когда создаются условия для многостаночной работы; автоматизация и механизация процессов сборки, особенно наиболее трудоемких сборочных и регулировочных операций.

Находят также применение различные виды комплексной механизации и автоматизации. Однако внедрение комплексной механизации и автоматизации требует проведения многих весьма важных технических и организационных мероприятий, в том числе: повышения технологичности конструкции приборов, особенно в направлении унификации их деталей и сборочных элементов; разрешения проблемы физической взаимозаменяемости; расширения кооперирования и специализации производства; типизации технологических процессов; модернизации действующего оборудования и организации массового выпуска средств автоматизации и механизации и др.

Канд. техн. наук А. Н. Курапов рассказал об исследованиях по повышению точности автоматов токарной группы и расширению области их применения. Как правило, на одношпиндельных автоматах изготавливаются детали невысоких классов точности или на них предварительно обрабатываются детали более высоких классов точности. Не в полной мере используются технологические возможности этих автоматов при изготовлении сложных деталей, требующих обработки в двух плоскостях.

Исследования показывают, что точность обработки деталей на автоматах токарной группы зависит от большого количества факторов (около 70), связанных с погрешностями оборудования, приспособлений, инструмента, нестабильностью качества и размеров материала и др.

Расширение технологических возможностей автоматов должно следовать не только по пути увеличения точности изготовления деталей, но и за счет оснащения их новыми приспособлениями и механизмами, обеспечивающими выполнение операций, которые ранее выполнялись на других (отдельных) станках.

Инж. А. В. Чернышов остановился на применении программного управления в зарубежном и отечественном приборостроении и осветил перспективы его развития. Программное управление может быть применено:

а) при обработке валов и втулок, плоских овальных кулачков, кулачковых линеек и многих других деталей;

б) для автоматизации сборки приборов и устройств на печатных схемах и при изготовлении функциональных потенциометров с переменным шагом намотки;

в) для контроля деталей и узлов; при этом элементы программного управления могут быть использованы, как носители эталонной информации параметров деталей и узлов или для записи последовательности операций, составляющих автоматический цикл работы контрольного устройства. Программное управление может быть эффективно использовано в массовом, мелкосерийном и даже в единичном производстве.

Канд. техн. наук М. Т. Галей сделал доклад о геометрии и конструкции разверток, обеспечивающих повышение точности обработки отверстий.

Автором установлено, что при обработке латуни развертки различных конструкций дают чистоту поверхности от 5-го до 10-го класса включительно, а точность — от 3-го до 1-го класса. При обработке стали 45 те же развертки дают чистоту поверхности от 4-го до 9-го класса, а по точности — от 3-го до 2-го класса. При развертывании стали 3Х13 удалось получить чистоту поверхности от 5-го до 9-го класса, а точность от 3 до 1-го класса. Таким образом, применение новых разверток, а также смазочно-охлаждающих жидкостей, позволяет повысить чистоту обработки поверхностей на 1—2 класса и точности на 1 класс по сравнению с общезвестными данными, содержащимися в справочниках.

Докт. техн. наук Ю. И. Иорин сделал доклад о современных методах измерения вибраций, к которым относятся бесконтактные методы измерения, в частности локационный метод с использованием ультразвукового излучения. Этот метод позволяет производить измерение вибрации любых участков больших легких поверхностей (капотов, обшивок, стенок, а также тросов, проволок и пр.) в диапазоне частот от единиц до тысяч герц при удалении аппаратуры от источника вибрации на несколько метров. Новые возможности открываются при использовании в вибродатчиках обратной электромеханической связи. Весьма перспективны выходящие из стадии лабораторных исследований электронные вибродатчики.

Инж. В. Х. Курнявко сделал сообщение о применении ультразвука в приборостроении; в частности, он указал области технологии приборостроения, где ультразвук может найти применение как прогрессивный метод обработки (например, очистка и пайка деталей приборов, зачистка контактной дорожки прецизионных проволоочных потенциометров). Проведенные НИИТ работы показывают, что существующие методы механической зачистки контактной дорожки в ряде случаев не обеспечивают необходимого качества, что приводит к возникновению больших погрешностей и к быстрой потере работоспособности потенциометра, а следовательно, и всего прибора. Вместе с тем, при зачистке дорожки с помощью ультразвука провод не повреждается, а эмаль снимается на глубину, необходимую для обеспечения надежного контакта.

Канд. хим. наук Г. И. Фукс сделал сообщение о маслах, применяемых в приборостроении. Смазочные масла в значительной степени определяют точность и долговечность механических систем приборов. Докладчик отметил, что хотя учение о приборных маслах начало развиваться недавно, но уже сейчас имеется возможность дать химическую и физическую интерпретацию технических требований к приборным маслам. Во многих случаях разработаны методы, которые позволяют достаточно точно оценить эти свойства. Наиболее актуальными проблемами в этой области является измерение химической стабильности и смазочной способности приборных масел.

В настоящее время в СССР производится свыше 25 приборных масел. Кроме того, отдельные предприятия приборостроительной промышленности готовят специальные композиции для смазки своей продукции. Во Франции, Швейцарии, Англии, Германии, США также выпускается значительное количество приборных масел; докладчик сопоставил характеристики зарубежных и отечественных масел.

Инж. Г. П. Зедгинидзе сделал сообщение о развитии приборостроения в Грузии. За последние годы в Грузии созданы такие приборостроительные заводы, как «Электроавтомат», «Электропускатель», «Гидрометрприбор». Сеть НИИ, СКБ и заводов развертывает работы по автоматизации приборной промышленности.

Докладчик рассказал о перспективах развития приборостроения и средств автоматизации в республике и выдвинул предложения по улучшению подготовки кадров для эксплуатации новейших средств автоматизации на производстве, по осуществлению координации работ и по вопросам, обеспечивающим наиболее эффективное использование сил и средств организаций, занимающихся приборостроением и созданием новых средств автоматизации.

Научно-техническая сессия в своем решении отметила, что, несмотря на успехи отечественного приборостроения, растущая потребность в разнообразных приборах полностью не удовлетворяется; приборы по качеству и техническому уровню в некоторых случаях серьезно отстают от требований, предъявляемых народным хозяйством.

В целях выполнения задач, поставленных партией и правительством перед приборостроительной промышленностью, сессия наметила важнейшие вопросы, на которых необходимо сосредоточить особое внимание.

В частности, сессия указала, что развитие средств автоматики и телемеханики должно быть направлено на создание бесконтактной аппаратуры на основе полупроводников и новых достижений научных исследований путем создания базовых конструкций с применением нормализованных элементов и стандартных исполнительных механизмов.

Госплану СССР и Государственному научно-техническому комитету Совета Министров СССР следует запланировать в отраслевых НИИ и ОКБ проведение исследовательских работ

в области нормализации и унификации существующих приборов, типовых элементов приборов и оборудования, имея в виду широкое внедрение механизации и автоматизации процессов производства.

Участники сессии постановили просить госпланы СССР и республик предусмотреть создание малогабаритного оборудования и технологической оснастки для приборостроительной промышленности, особенно оборудования для новейших высокопроизводительных методов обработки: станков для накатывания резьбы и тонкой прокатки, установок для обработки ультразвуком, устройств программного управления, а также оснастки для сборочных работ.

Решено просить ГНТК Совета Министров СССР осуществить координацию работ в области новых проблемных технологических процессов и совершенствования существующих с целью увеличения производительности, повышения качества и снижения стоимости изготовления изделий. Сессия обратила внимание ГНТК на слабость информации по выпускаемым отечественной промышленностью приборам и средствам механизации, что тормозит развитие инициативы по внедрению малой автоматизации и улучшению контроля на местах.

Сессия признала необходимым организовать издание каталогов и информационных бюллетеней, а также справочников по приборостроению.

Было отмечено, что в журналах «Приборостроение» и «Измерительная техника» недостаточно освещаются вопросы приборостроения; необходимо значительно расширить публикацию материалов по вопросам теории, конструирования, технологии производства, а также практики эксплуатации приборов и систем автоматического управления. Научно-технические сессии по вопросам теории и практики приборостроения, средствам автоматизации и их применения должны проводиться ежегодно.

В Научно-исследовательском технологическом институте

В Научно-исследовательском технологическом институте сконструировано следующее оборудование для обработки и контроля деталей и узлов приборов и аппаратов.

Станки для тороидальной намотки (ведущий конструктор Н. Ф. Малинушкин). Станки мод. СНТ-5, СНТ-8, СНТ-12м (фиг. 1—3) настольного типа предназначены для круговой и секционной намотки провода на тороиды. Цикл работы — полуавтоматический. Шаг намотки можно изменять в процессе работы. Станки снабжены счетчиками числа оборотов челнока и шпули, а также контрольным приспособлением, фиксирующим обрыв наматываемого провода.

Техническая характеристика

	СНТ-5	СНТ-8	СНТ-12 м
Диаметр наматываемого провода в мм	0,05—0,1	0,05—0,25	0,15—0,4
Наименьший диаметр отверстия тороида после намотки в мм	5	8	12,7
Наименьший наружный диаметр тороида до намотки в мм	10	20	30
Наибольший наружный диаметр тороида после намотки в мм	20	85	120
Высота тороида после намотки в мм	до 12	до 30	до 60
Центральный угол секционной намотки в град.		25—240	
Скорость вращения челнока в об/мин		50—300	
Электродвигатель		МУН 100/80	
Габаритные размеры в мм		570 × 680 × 515	
Вес в кг	42,6	45,2	47,2

Установка УКСТ-1 (фиг. 4, ведущий конструктор В. А. Гужов). Установка применяется для автоматического

контроля силовых трансформаторов различных типов в условиях крупносерийного производства.

С помощью установки проверяют электрическую прочность изоляции между обмотками и корпусом, электрическую прочность межвитковой изоляции, ток холостого хода, коэффициент трансформации и сопротивление изоляции между каждой парой обмоток и корпусом. Одновременно по указанным параметрам можно контролировать восемь трансформаторов.

Техническая характеристика

Погрешность контроля по току холостого хода	не более $\pm 2,5$
Погрешность контроля по коэффициенту трансформации	не более $\pm 0,5\%$
Погрешность контроля по сопротивлению изоляции	не более 10% на 50 мгом
Наибольшее количество обмоток контролируемых трансформаторов	5
Пропускная способность установки	не менее 40 трансформаторов в час
Источник питания	сеть переменного тока 220 в, 50 гц; 115 в, 400 гц
Допустимые колебания напряжения в сети питания	от 5 до 10%
Габаритные размеры установки	1500 × 1074 × 964 мм
Вес	200 кг

Установка УПМС (фиг. 5, ведущий конструктор Ю. Б. Герасименко). Установка предназначена для полуавтоматической проверки соответствия монтажа электро- и радиоаппаратуры электрокалибровочным картам сопротивлений.

Принцип действия установки основан на сравнении сопротивления проверяемой цепи с эталонным при помощи про-

центного моста. Для ручной проверки в установке имеется ламповый допусковый измерительный прибор.

Техническая характеристика

Наибольшее количество проверяемых цепей	129
Диапазон проверяемых сопротивлений	10 ом—10 мгом
Погрешность проверки сопротивлений в диапазонах:	
10 ом—500 ом	не более 2%
500 ом—1 мгом	не более 0,5%
1 мгом—10 мгом	не более 2%
Время проверки одной цепи	не более 1,5 сек.
Допуски на отклонение сопротивлений	$\pm 5, \pm 10, \pm 20\%$
Источник питания	сеть переменного тока
	220 в, 50 гц
Габаритные размеры	680×1312×570 мм
Вес	~ 80 кг

Станок СНТЛ-1 (фиг. 6, ведущий конструктор Н. Ф. Малинушкин). Станок — полуавтоматический, настольного типа, предназначен для многослойной обмотки тороидальных катушек изоляционной лентой. Установка тороида и заправка ленты выполняются вручную. Станок снабжен механизмом для измерения длины и автоматической резки ленты, наматываемой на тороид.

Техническая характеристика

Скорость вращения челнока	180 об/мин
Наименьший диаметр отверстия тороида после обмотки	18 мм
Наибольшая высота тороида после обмотки	25 мм
Наименьший наружный диаметр тороида	50 мм
Наибольший наружный диаметр тороида	86 мм
Ширина изоляционной ленты	4—6 мм
Шаг намотки ленты (по наружному диаметру тороида)	1,5; 3; 4,5 мм
Наименьший диаметр рулона ленты	160 мм
Наибольшая длина ленты, наматываемой на тороид (с автоматической обрезкой)	14,5 м
Мощность электродвигателя (АОЛ11-4)	120 вт
Габаритные размеры станка	630×310×435 мм
Вес	33 кг

Штамповочный автомат (фиг. 7, ведущий конструктор В. И. Николаев). Автомат предназначен для штамповки из ленты лепестков галетных переключателей, но может быть использован и для изготовления других подобных деталей. Автомат снабжен двумя штампами, с помощью которых последовательно выполняются вырубка, пробивка отверстий и гибка. Лента подается в штампы автоматически.

Техническая характеристика

Ширина ленты	10 мм
Толщина ленты	0,25 мм
Мощность электродвигателя	1 квт
Производительность автомата	9000 деталей в час
Габаритные размеры	900×600×1270 мм
Вес	200 кг

Цепные конвейеры (фиг. 8, ведущий конструктор Н. И. Киселев). Цепные конвейеры непрерывного действия используются для сборки и монтажа радиоизделий. Основными узлами конвейеров являются приводная и натяжная станции, верстак, тележка и электродвигатель. От электродвигателя приводной станции через клиноременную передачу вращение передается на редуктор. Выходной вал редуктора соединен зубчатой парой с вертикальным ведущим валом, на верхнем конце которого установлена звездочка. Движение от звездочки передается тяговой цепи конвейера.

Техническая характеристика

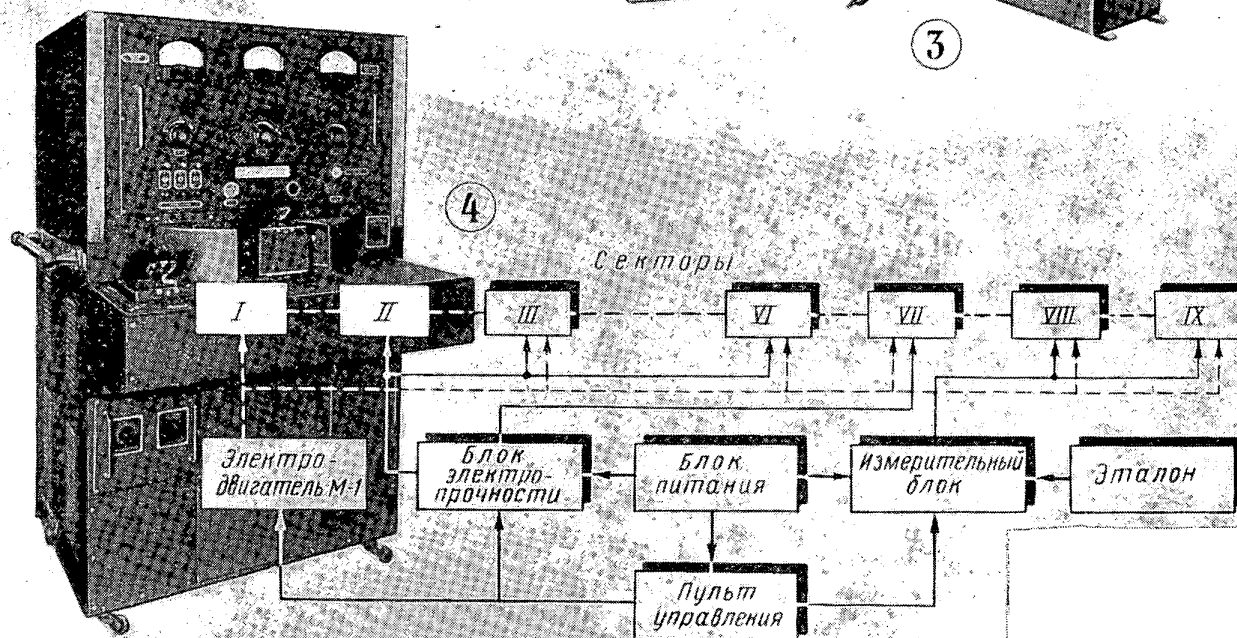
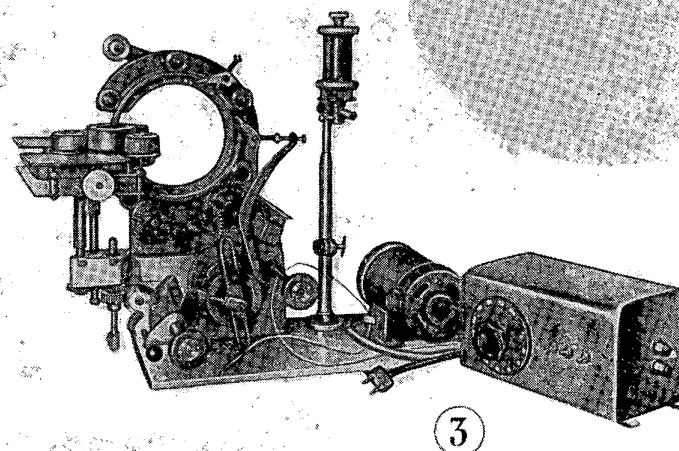
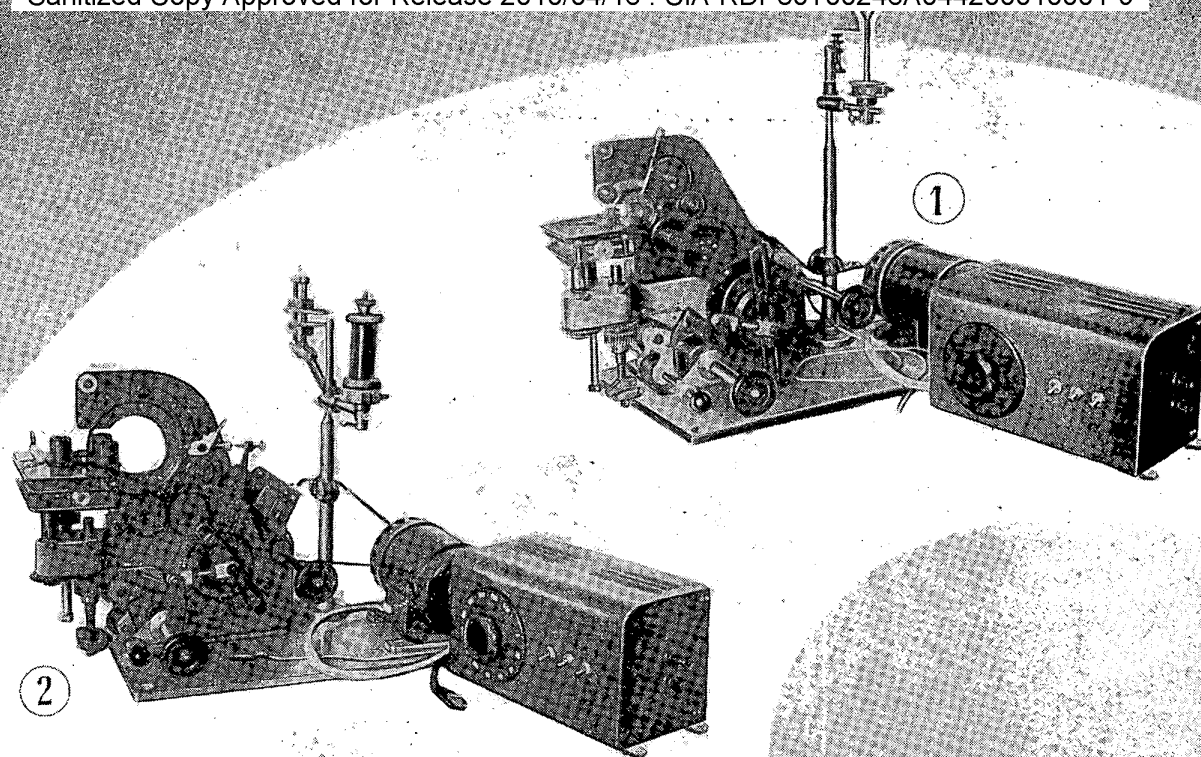
	Тип конвейера		
	I	II	III
Длина конвейера в мм	39 000	28 730	11 100
Расстояние между центрами звездочек в мм	37 050	26 720	8 070
Ширина конвейера в мм	1 500	1 500	1 500
Высота верстака конвейера в мм	700	700	700
Шаг тяговой цепи в мм	50	50	50
Общая длина цепи в мм	75 000	54 400	17 100
Расстояние между тележками в мм	600	800	900
Число рабочих мест	60	68	19
Мощность электродвигателя в квт	0,25	0,42	0,42
Скорость цепи конвейера в м/мин:			
первая	0,10	0,10	0,11
вторая	0,16	0,13	0,15
третья	0,24	0,20	0,22
четвертая	—	0,27	0,30

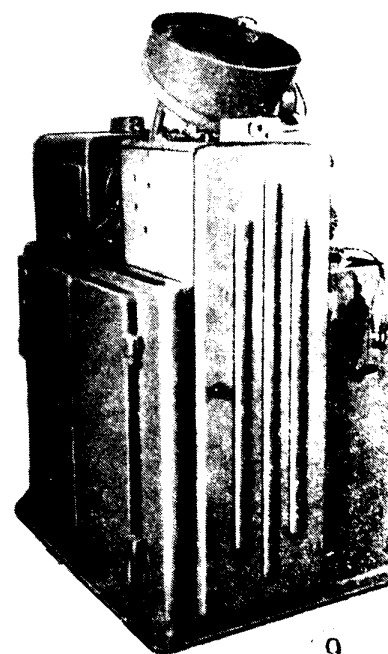
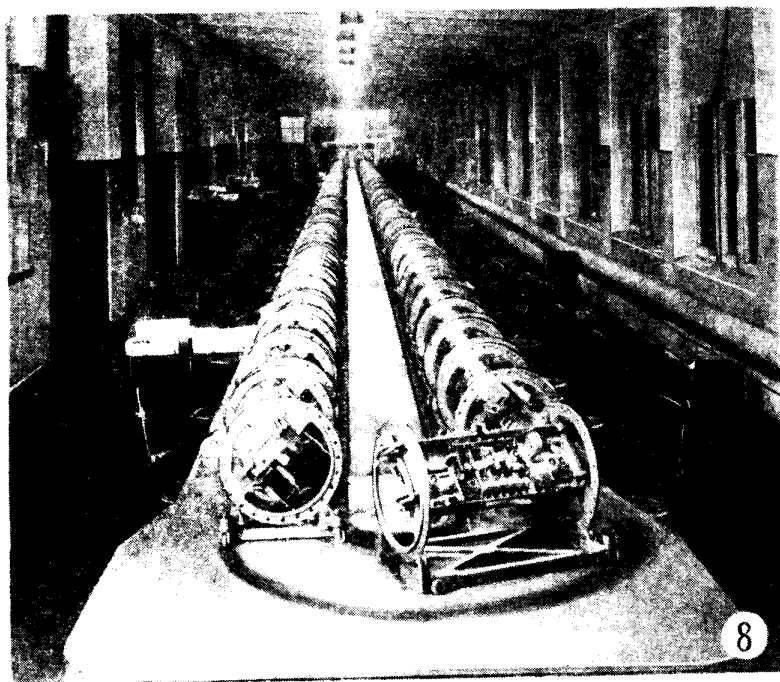
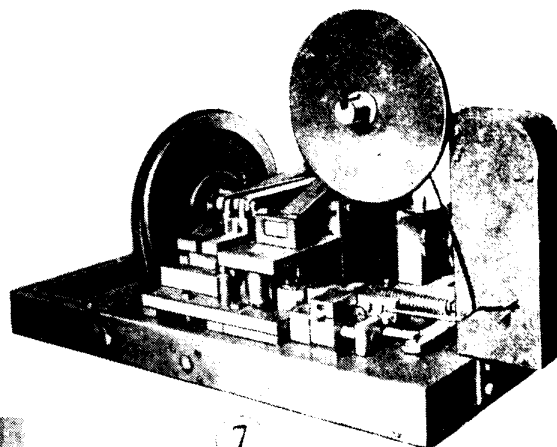
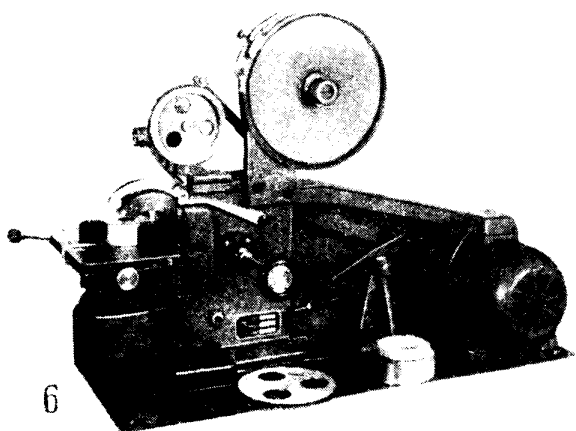
Автомат АА-1 (фиг. 9, ведущий конструктор Е. С. Дежневкин). Автомат применяется для сверления и фрезерования штырей и гнезд штепсельных разъемов и представляет собой четырехпозиционный агрегатный станок с горизонтально расположенной осью револьверного блока. Автомат может быть использован для обработки других деталей аналогичной формы. Шпиндели сверлильных и фрезерных головок, бункерное устройство, распределительный вал и насос системы охлаждения имеют индивидуальные приводы. Подача инструментальных головок независимая и осуществляется от кулачков, насаженных на общий распределительный вал.

Техническая характеристика

Диаметр обрабатываемых деталей	1,5 и 2,5 мм
Длительность рабочего цикла	2,38; 2,77; 3,57 4,58; 5,93 сек.
Количество сверлильных головок	3
Количество фрезерных головок	2
Количество электродвигателей	8
Общая мощность электродвигателей	2,6 квт
Производительность автомата	500 деталей в час
Габаритные размеры	1160×1430×810 мм
Вес	1135 кг

Заводы по чертежам НИТИ освоили изготовление станков СНТ-5, СНТ-8, СНТ-12м, цепных конвейеров, автоматов АА-1 и для штамповки лепестков галетных переключателей.





(к статье «В Научно-исследовательском технологическом институте»)

1-станок СНТ-5; 2-станок СНТ-8; 3-станок СНТ-12м; 4-установка УКСТ-1 и ее блок-схема (I-сектор зарядки; II-VI-секторы контроля электрической прочности изоляции между обмотками и корпусом; VII-сектор контроля электрической прочности межвитковой изоляции; VIII-сектор контроля по току холостого хода на коэффициент трансформации; IX-сектор контроля сопротивления изоляции); 5-установка УПМС и ее блок-схема; 6-станок СНТЛ-1; 7-штамповочный автомат; 8-цепной конвейер; 9-автомат АА-1.

Научно-техническое совещание рентгенологов авиационной промышленности

В совещании, проведенном в ВИАМ, приняли участие многочисленные представители от НИИ, ОКБ и заводов авиационной промышленности.

Доклады С. В. Чернобровова (ВИАМ) и К. И. Корнишина (завод) были посвящены современному состоянию рентгенодефектоскопии в Советском Союзе и достижениям в области аппаратостроения и разработки новых методов регистрации рентгеновского изображения за рубежом. Докладчики указали на наиболее актуальные направления дальнейшего развития отечественной рентгенодефектоскопии: в области аппаратостроения — создание компактных переносных аппаратов, обладающих острофокусными рентгеновскими трубками с интенсивным излучением; в области создания новых методов — разработка вакуумных или твердых электронных преобразователей (усилителей яркости изображения) с оптическими или телевизионными приставками, а также развитие ксерографического, фотоэлектрхимического и других методов.

Доклады заводских работников Б. В. Борщева, О. Т. Сильченко и Г. Я. Эльберта были посвящены вопросам организации, планировки и эксплуатации рентгеновских лабораторий, различным приспособлениям и приемам контроля мелких и крупногабаритных деталей на пленку и при визуальном просвечивании.

В. В. Алексеев (ОКБ) доложил о некоторых теоретических расчетах по подбору оптимальных условий просвечивания кольцевых швов, которые целесообразно применять в практической работе. И. М. Ромашов (ОКБ) предложил метод контроля герметических кабин фюзеляжа самолетов типа Ту-104.

Второй доклад С. В. Чернобровова был посвящен перспективам развития распространенного на наших заводах метода рентгеновского контроля — фотометода. После доклада были обсуждены различные способы усовершенствования этого метода, а также наиболее эффективный способ, предложенный автором и основанный на использовании трубки нового типа

(с вращающимся анодом). Применение такой трубки позволяет повысить производительность и чувствительность фотометода, кроме того, исследование мощного излучения трубки позволяет получить новые теоретические представления о фотографическом воздействии рентгеновских лучей на пленку.

А. В. Колосов (ВИАМ) доложил об оригинальном методе контроля литых полых лопаток на разностенность с применением рентгеновских и гамма-источников.

Особое внимание было уделено вопросам техники безопасности при гамма- и рентгенодефектоскопии. Л. Н. Русина (НИАТ) продемонстрировала фотографии современных приборов для измерения доз некоторых ионизирующих излучений и таблицы для расчета защиты от действия прямых и рассеянных рентгеновских лучей на человека.

Конференция обязала ВИАМ обратиться в соответствующие организации с предложениями:

а) о выпуске необходимых для авиационной промышленности новых и усовершенствовании некоторых старых типов рентгеновских аппаратов в диапазоне энергии рентгеновского излучения от 10 до 400 кэв;

б) о разработке новых рентгеновских трубок для мягкого излучения, с микрофокусом и вращающимся анодом для визуального просвечивания, серийных трубок с малым фокусом для стандартных аппаратов и секционированных — для высоковольтных аппаратов;

в) о выпуске электронно-оптических преобразователей для рассматривания рентгеновского изображения объекта с помощью бинокулярной лупы или на экране телевизионного приемника;

г) об улучшении качества и увеличении ассортимента рентгеновской пленки, усиливающих экранов и экранов для визуального просвечивания;

д) о принятии мер, способствующих усилению исследовательской работы по рентгено- и гамма-дефектоскопии.

Намечена тематика докладов очередной конференции рентгенологов в 1958 году.



Всесоюзное совещание по магнитным элементам автоматики, телемеханики и вычислительной техники

В конце ноября 1957 г. в Москве состоялось Всесоюзное совещание по магнитным элементам автоматики, телемеханики и вычислительной техники, созванное Институтом автоматики и телемеханики Академии наук СССР.

На совещании были заслушаны и обсуждены доклады по вопросам теории и испытаниям магнитных материалов, принципам построения рядов тороидальных сердечников для магнитных усилителей, а также по расчетам магнитных усилителей, работающих в различных электрических схемах, устройствах телеуправления и вычислительной техники.

Проектированию серийных магнитных усилителей для нужд промышленности были посвящены доклады: «Основные принципы построения рядов тороидальных сердечников для магнитных усилителей и бесконтактных магнитных элементов автоматики» (докт. техн. наук проф. М. А. Розенблат и О. А. Седых), «Унифицированный метод проектирования магнитных усилителей мощности» (канд. техн. наук Н. П. Васильева и О. А. Седых).

Испытаниям магнитных материалов в динамическом режиме был посвящен доклад канд. техн. наук Е. Т. Чернышева, сообщившего о его совместной работе с кандидатами техн. наук Н. Г. Чернышевой и Е. Н. Чечуринным. Докладчик подчеркнул, что для расчета магнитных элементов, анализа работы и приемки материалов необходимо определять следующие характеристики:

а) основные кривые намагничивания, снятые при различных частотах;

б) потери энергии при намагничивании переменным током; в) гистерезисный цикл, снимаемый при различных частотах;

г) различные типы зависимости постоянных и переменных составляющих индукции и напряженности поля при одновременном намагничивании постоянным и переменным полями различных частот;

д) коэффициенты и зависимости, характеризующие поведение материала в специальных условиях.

На основе анализа литературных данных и собственных работ рекомендованы следующие методы:

а) для определения динамических кривых в звуковом диапазоне частот при испытании листовых электротехнических сталей и железоникелевых сплавов — метод «среднего значения вольтметра»;

б) для определения начальной проницаемости и измерения в ультразвуковом диапазоне электротехнических сталей, магнитодиэлектриков и ферритов — мостовой метод;

в) для определения магнитных потерь в листовых электротехнических сталях и железо-никелевых сплавах — ваттметрический метод с применением ваттметров новых типов, а потерь в ферритах — мостовой или калориметрический метод;

г) для исследования материалов в условиях одновременного намагничивания постоянным и переменным полями звукового диапазона методы «среднего значения вольтметра» и снятия характеристик в соответствии с эксплуатационными требованиями.

Доклад канд. техн. наук В. Л. Бенина и И. Н. Сенкевича был посвящен разработанной ими методике расчета магнитных усилителей в четырехдроссельной, шестидроссельной и мостовой схемах управления асинхронными двигателями.

Доклады Г. И. Шапцкой, кандидатов техн. наук Н. И. Чичерина и Б. А. Митрофанова, а также В. С. Володина и канд. техн. наук Г. В. Субботина были посвящены анализу работы устройств и схем из полупроводниковых диодов, триодов и магнитных усилителей. Б. А. Митрофанов и Н. И. Чичерин сообщили о разработанных ими следящих приводах АДП-500, АДП-1000 и магнитных усилителях УМС-2204, УМС-2205 мощностью 0,5 и 1 квт, работающих на частоте 400—500 гц. Были исследованы характеристики новых полупроводниковых выпрямителей в условиях, отличающихся от нормальных, и характеристики магнитомягких материалов в широком диапазоне изменения подмагничивающего поля. Разработаны бесконтактные реле для использования в усилителях следящих систем.

Отдельные доклады были посвящены различным типам стабилизаторов напряжения с применением магнитных усилителей для питания прожекторных ламп и радиоустройств.

О применении магнитных элементов в устройствах вычислительной техники было прочитано несколько докладов (Н. М. Брусенцова; канд. техн. наук В. А. Жожикашвили и К. Г. Митюшина; канд. техн. наук В. В. Бардиж, А. И. Бахир и др.), в которых освещены следующие вопросы: работа магнитного усилителя при питании его импульсами тока и использование его в качестве элемента быстродействующей

цифровой машины; методика расчета распределителей импульсов на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса; релейные явления в кольцевых схемах, содержащих магнитные сердечники. Докладчиками было отмечено, что при решении задачи на вычислительной машине часто необходимо задержать на определенное время промежуточные результаты. В последнее время для этой цели используется магнитное оперативное запоминающее устройство (МОЗУ), в котором применены ферриты и полупроводниковые триоды. На магнитных элементах и полупроводниковых триодах выполняются устройства, действующие по основным логическим схемам.

Представители Чехословацкой, Польской и Болгарской академий наук ознакомили участников совещания с работами по магнитным усилителям, проводимым в их странах. В настоящее время в Чехословакии промышленностью освоен серийный выпуск магнитных усилителей мощностью до 60 квт. Для применения в схемах магнитных усилителей и других схемах предприятие ЧКД выпускает германиевые выпрямители весом 1,8 кг, рассчитанные на ток 200 а при напряжении 100 в.

Проф. Минь Най-да (Пекин) сделал сообщение по теории синтеза электрических цепей

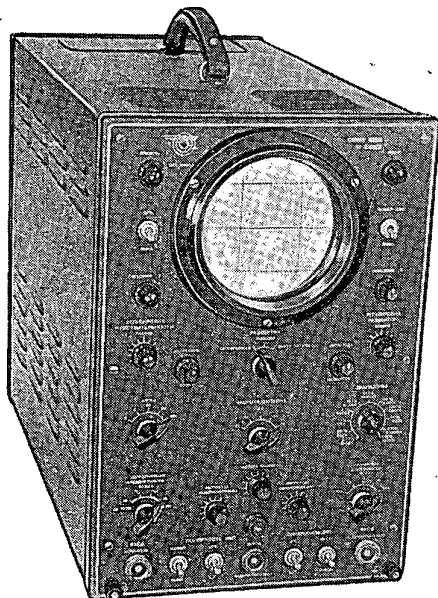
Участники совещания приняли решение, в котором намечены основные мероприятия, направленные на еще более широкое внедрение магнитных элементов во все области нашей науки и промышленности.

Новые радиоизмерительные приборы

Одним из конструкторских бюро разработаны радиоизмерительные приборы лабораторного и полевого типа, которые могут найти широкое применение как в лабораториях, так и в серийном производстве.

Осциллограф ЭНО-1

Осциллограф (фиг. 1) представляет собою лабораторный прибор, предназначенный для визуального наблюдения формы



Фиг. 1. Осциллограф ЭНО-1.

низкочастотных электрических колебаний, а также рассмотрения формы и измерения основных параметров импульсных процессов большой длительности.

16—АП № 5

Техническая характеристика

1. Осциллограф обеспечивает: наблюдение формы, измерения длительности и амплитуды импульсов обеих полярностей длительностью от 50 мксек. до 10 сек. при частоте повторения 0,1—2000 гц и напряжением до 400 в; наблюдение формы и измерения амплитуды периодических колебаний с частотой 0,1—100 000 гц и напряжением до 400 в амплитуды от пика до пика.

2. Усилитель вертикального отклонения осциллографа имеет полосу пропускания от 0 до $1 \cdot 10^6$ гц. При выходном напряжении 60 в неравномерность частотной характеристики не превышает 3 дб.

Входное сопротивление усилителя: высокоомное 520 ком; низкоомное 75 ом; с выносным делителем 5,2 мгом. Чувствительность изменяется плавно или скачкообразно 3; 9; 30; 90; 300 мв/мм.

3. Прибор снабжен двумя видами разверток: непрерывной, диапазон которой, разбитый на 11 поддиапазонов, изменяется от 0,1 гц до 10 кгц, и ждущей с диапазоном, разбитым на 11 поддиапазонов от 100 мксек. до 10 сек.

4. В осциллографе имеется генератор запуска ждущей развертки.

5. Частота следования импульсов от 0,1 до 50 гц регулируется плавно или скачкообразно.

6. Время задержки регулируется скачкообразно и имеет значения: 25; 250 мксек.; 2,5; 25 и 250 мсек.

7. Прибор предназначен для измерения амплитуды исследуемых сигналов напряжением 0,05—250 в с погрешностью не более $\pm 10\%$ и их длительности при помощи калибрационных отметок времени: 0,02; 0,2; 2; 20 и 200 мсек. с погрешностью не более $\pm 5\%$.

8. Питание осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 и 220 в при частоте 50 гц.

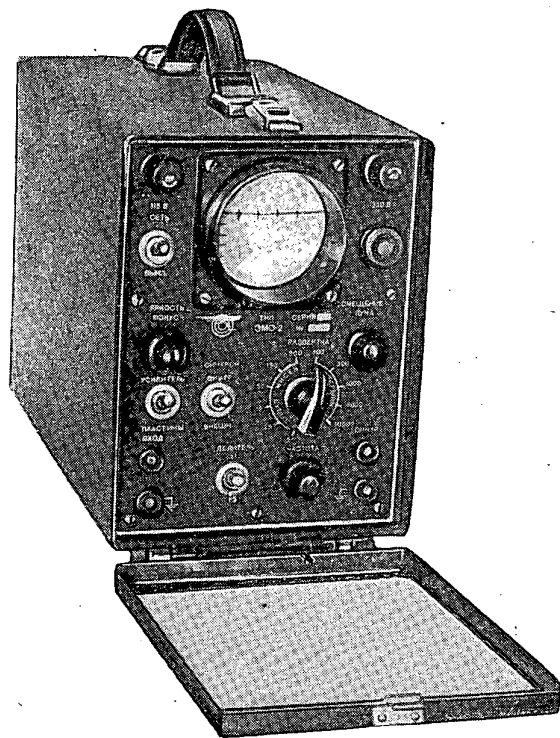
9. Мощность, потребляемая от сети, не превышает 250 ватт.

10. Габаритные размеры прибора 280×400×560 мм.

11. Вес 28 кг.

Электронный малогабаритный осциллограф ЭМО-2

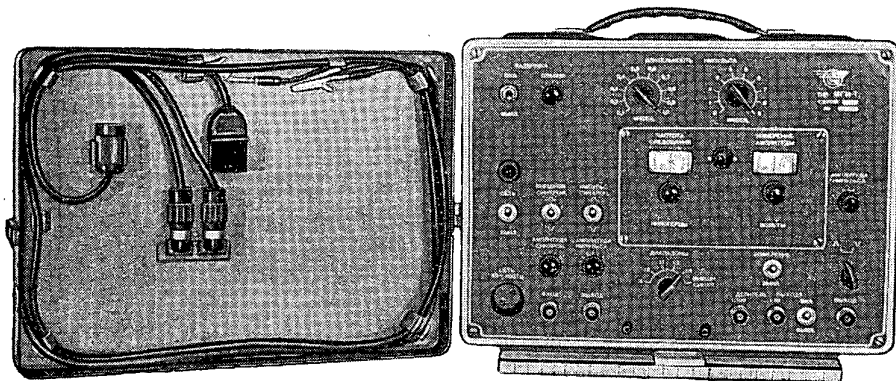
Прибор (фиг. 2) предназначен для проверки радиоаппаратуры в полевых условиях. С его помощью ведутся наблюдения как периодических электрических колебаний, так и импульсных процессов с определением их длительности и амплитуды



Фиг. 2. Электронный малогабаритный осциллограф ЭМО-2.

Техническая характеристика

1. Осциллограф дает возможность наблюдать периодические колебания в диапазоне частот от 30 гц до 50 кгц и импульсы любой формы и полярности длительностью 0,1—500 мксек.
2. Усилитель вертикального отклонения имеет полосу пропускания от 30 гц до 1 мкгц с неравномерностью частотной характеристики не более 3 дб. Коэффициент усиления — не менее 10.
3. Прибор обеспечивает наблюдение периодических и импульсных напряжений с диапазоном амплитуды сигнала: от 2 до 10 в при подаче на вход усилителя; от 10 до 200 в при подаче на вертикальные пластины; до 1500 в при подаче на пластины с использованием выносного делителя.
4. Минимальная величина наблюдаемого на экране импульса 5 мм (с учетом линзы, дающей увеличение в полтора раза) при импульсе напряжением 2 в на входе усилителя и 20 в при подаче на вертикальные пластины.



Фиг. 4. Малогабаритный генератор импульсов МГИ-1.

5. Прибор снабжен двумя видами разверток: ждущей с фиксированными длительностями 1,5; 5; 15; 50; 150 и 500 мксек. и погрешностью не более 5% и непрерывной с диапазоном частот от 30 гц до 10 кгц и фиксированными частотами 100; 300 гц; 1,3 и 10 кгц.

6. Питание прибора осуществляется от сети с частотой 400 гц и напряжением 115 и 220 в $\pm 3\%$.

7. Потребляемая мощность не более 35 вт.

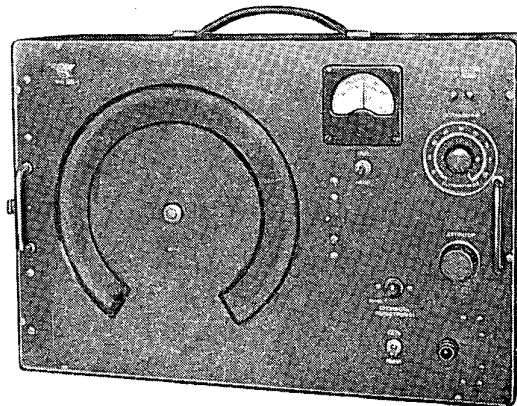
8. Габаритные размеры 140×210×275 мм.

9. Вес 4,5 кг.

Визуальный волномер ВВ-1

Волномер (фиг. 3) предназначен для быстрого измерения частоты в полевых и лабораторных условиях путем прямого отсчета и дает возможность наблюдать на индикаторе прибора одновременно все частоты, излучаемые одним или несколькими передатчиками; при работе нескольких передатчиков можно сравнивать их частоты.

Абсолютная погрешность измерения не более ± 5 мкгц (с учетом температурной поправки).



Фиг. 3. Визуальный волномер ВВ-1.

Техническая характеристика

1. Прибор обеспечивает измерение частоты непрерывных и импульсно-модулированных колебаний при частоте повторения 400—8000 гц.
2. Время измерения частоты 0,5—2 сек.
3. Чувствительность прибора не менее 100 мквт при измерении частоты непрерывных колебаний и не менее 250 мквт при определении частоты импульсно-модулированных колебаний.
4. Питание от сети переменного тока напряжением 127—220 в при частоте 50 гц или напряжением 115—220 в при частоте 400 гц.
5. Потребляемая мощность не более 80 ватт.

6. Габаритные размеры 517×367×214 мм.

7. Вес 17,5 кг (без вспомогательных принадлежностей).

Малогабаритный генератор импульсов МГИ-1

Генератор предназначен для проверки радиотехнических устройств в лабораторных, заводских и полевых условиях.

Техническая характеристика

1. Генератор выдает на выходе импульсы обеих полярностей длительностью 0,1—10 мксек, измеренной на уровне 0,5 его амплитуды, с регулируемой ступенями через 0,1 мксек.

2. Погрешность установки фиксированной длительности импульсов не превышает $\pm (20\% + 0,02 \text{ мксек.})$ от установленной величины.

3. Длительность фронта нарастания импульсов на уровне от 0,1 до 0,9 амплитуды не превышает 0,075 мксек. $+0,5\%$ от установленного значения длительности импульса. Длительность заднего фронта импульсов на уровне от 0,1 до 0,9 амплитуды не превышает 0,15 мксек. $+0,5\%$ от установленного значения длительности импульса.

4. Частота следования импульсов плавно изменяется от 250 до 10 000 гц и устанавливается с погрешностью не более $\pm 20\%$.

5. Амплитуда выходных импульсов не менее 50 в при нагрузке 1000 ом плавно регулируется от 10 в до максимального значения. Погрешность установки амплитуды импульсов длительностью 0,3 до 10 мксек. не превышает $\pm 10\%$ от установленной величины.

6. Генератор имеет отдельный выход импульсов, служащих для запуска осциллографов и индикаторных устройств, синхронных с основными выходными импульсами.

7. Запускающие импульсы обеих полярностей обладают

длительностью порядка 0,3—1 мксек. с фронтом нарастания не более 0,15 мксек. и амплитудой не менее 20 в при сопротивлении 5000 ом.

8. Плавная задержка выходных импульсов относительно импульсов синхронизации составляет 10—70 мксек.

9. Делитель выходного напряжения обеспечивает ослабление амплитуды импульсов в 10 и 100 раз с погрешностью, не превышающей $\pm 10\%$.

10. Внешний запуск импульсами обеих полярностей длительностью не менее 0,5 мксек. с фронтом нарастания не более 0,15 мксек. и амплитудой не менее 20 в. Генератор запускается (синхронизируется) синусоидальным напряжением не менее 20 в эфф. с частотой 300—10 000 гц.

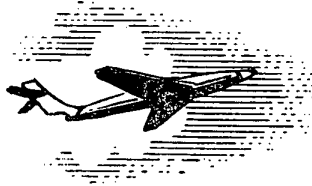
11. Питание от сети переменного тока напряжением 115, 127 и 220 в при частоте 50—400 гц.

12. Потребляемая мощность не более 85 ватт.

13. Габаритные размеры 383×289×180 мм.

14. Вес 9 кг.

Осциллографы ЭНО-1 и ЭМО-2 выпускаются серийно. Серийное производство приборов ВВ-1 и МГИ-1 будет освоено в 1958 г.



Поправки к № 4 журнала за 1958 г.

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
65	20 св.	0,02—0,005% В	0,002—0,005% В
2-я и 3-я графы табл. 3			
67	5 св.	1050 660	880 510
67	6 св.	880 560	1050 550
67	7 св.	1050 550	900 640
67	8 св.	900 640	1050 580
67	1 св.	1050 590	860 520

Библиография

Книги и журналы

Приборы и приборостроение

Богословский Ю. В. Ультразвуковой дефектоскоп УЗД-7Н. М.: Машгиз, 1957, 66 с. (ЦНИИТМАШ, Научно-техническая информация. Вып. 32).

Описание дефектоскопа УЗД-7Н, предназначенного для обнаружения дефектов различного характера в металлах и изделиях. Рекомендации по подготовке контролируемой поверхности, применяемой смазке, выбору рабочей чистоты ультразвуковых колебаний и типов пьезоэлектрических шупов, а также основные сведения по приемам ультразвукового контроля металлов и изделий.

Для ИТР заводов и научно-исследовательских институтов. Бургесс Э. К. Граница пространства. Пер. с англ. под ред. проф. Д. Л. Тимрота. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1957, 223 с.

Первые исследования высших слоев атмосферы при помощи ракет. Новые методы исследования и новые приборы и аппараты, способные самостоятельно производить измерения и непрерывно передавать результаты этих измерений на Землю. Результаты новейших исследований всех слоев атмосферы и в частности ионосферы, изучение которой представляет большой научный интерес в связи с распространением и отражением радиоволн. Вопросы создания искусственных спутников Земли и Марса.

Изложение носит достаточно популярный характер, однако обширная библиография, приводимая в конце каждого раздела, позволяет в случае необходимости углубить знакомство с затрагиваемыми вопросами.

Быков Л. Т., Егоров М. С., Тарасов П. В. Высотное оборудование самолетов. М., Оборонгиз, 1957, 392 с.

Принципы устройства, основы теории и инженерных методов расчета аппаратуры герметических кабин самолетов и авиационных кислородных приборов. Краткие сведения по физиологии высотных полетов.

Учебное пособие для авиационных вузов, может быть использовано ИТР и научными работниками.

Вишенчук И. М., Соголовский Е. П., Швецкий Б. И. Электронно-лучевой осциллограф и его применение в измерительной технике. М., Гос. Изд-во технико-теоретической литературы, 1957, 220 с. (Физико-математическая библиотека инженера).

Принцип действия, устройство и особенности эксплуатации низковольтных электронно-лучевых осциллографов; основные сведения по их выбору и расчету. Методы измерений и исследований с помощью электронно-лучевых осциллографов. Краткие технические характеристики некоторых типов отечественных осциллографов.

Для ИТР, научных работников и студентов, занимающихся проектированием и эксплуатацией электронных измерительных устройств.

Вопросы радиотехники и электроники сверхвысоких частот. Сб. статей под ред. докт. техн. наук проф. М. С. Неймана. М., Оборонгиз, 1958, 83 с. (Московск. орд. Ленина Авиационный ин-т им. С. Орджоникидзе. Труды Ин-та, Вып. 98).

В сборнике публикуются оригинальные научные работы в области волноводных систем, ребристых электродинамических структур и модуляции автогенераторов. Работы выполнены на кафедре радиопередающих устройств МАИ.

Для инженеров, научных работников и студентов старших курсов вузов.

Герман-Прозорова Л. П., Виноградова Н. И. Англо-русский радиотехнический словарь. М., Гос. Изд-во технико-теоретической литературы, 1957.

Словарь содержит около 25 000 терминов, относящихся к радиотехнике, включая телевидение, радиолокацию, радионавигацию, электровакуумные приборы, а также некоторое количество терминов из смежных научных и технических областей.

Гончарский Л. А. Механически управляемые электронные лампы. М.—Л., Госэнергоиздат, 1957, 143 с.

Краткое систематическое изложение физических принципов изготовления механически управляемых электронных и ионных ламп (механотронов), а также основных принципов использования их в устройствах для измерения механических и некоторых немеханических величин.

Для ИТР институтов и лабораторий, работающих в области конструирования различных типов экспериментальных и промышленных измерительных устройств и электронных датчиков для них.

Горин Б. Ш. Индикаторы дальности. М., Воен. Изд-во Мин-ва обороны СССР, 1957, 88 с. (Радиолокационная техника).

Методы определения дальности при помощи радиолокационных станций. Краткая характеристика физических процессов, происходящих в основных узлах индикаторных устройств дальности. Основные принципы сопровождения цели по дальности. Разрешающая способность радиолокационной станции по дальности.

Один из выпусков библиотеки «Радиолокационная техника», рассчитанный на широкий круг читателей, интересующихся работой радиолокационных станций, а также на работников, связанных с эксплуатацией радиотехнических средств.

Кондратьев Г. М. Тепловые измерения. М.—Л., Машгиз, 1957, 244 с.

Теоретические основы методов определения тепловых свойств различных материалов и коэффициентов теплоотдачи. Схемы различных приборов, критический анализ их работы. Элементарная теория тепловой инерции тел и систем тел, выводы которой применены к оценке точности температурных измерений различными термоприемниками.

Учебник, составленный на основе курса лекций, прочитанных в Ленинградском ин-те точной механики и оптики.

Конференция по вопросам взаимозаменяемости и методам измерения в машиностроении. «Машиностроитель», 1958, № 1, с. 28—46.

Обзоры работы секций и сокращенное изложение наиболее интересных докладов, прочитанных на 3-й конференции по вопросам взаимозаменяемости и методам измерения в машиностроении. Конференция была организована НТО Машпрома, состоялась в Ленинграде в 1957 г. Приводится изложение

докладов: А. К. Кутая «Взаимозаменяемость и методы измерения в машиностроении»; П. И. Буловского «Взаимозаменяемость в связи с физико-химическими параметрами машин и приборов»; Б. А. Тайца «Методы контроля зубчатых колес»; А. Д. Рубинова «Новое в области измерения больших размеров»; Г. Н. Филатенко «Универсальный прибор для комплексного двухпрофильного контроля маломодульных зубчатых колес»; М. С. Невельсона «Новые электроконтактные датчики» и др. Помещены также две статьи, описывающие экспонаты выставки, организованной во время конференции: К. И. Абаджи «Выставка измерительных приборов» и Ф. П. Волосевича «Приспособления, применяемые в измерительной технике».

Кричевский Е. С., Федорович Л. Г., Фетисов В. Ф. Электрооборудование оптико-механических приборов. М., Оборонгиз, 1958, 468 с.

Элементы электрических устройств и специфические формы этих устройств, применяемые в оптико-механических приборах.

Учебник для техникумов оптико-механического профиля, может быть полезен и для ИТР оптико-механической промышленности.

Момот Е. Г. Радиотехнические измерения. М.—Л., Госэнергоиздат, 1957, 364 с.

Электрические измерения, применяемые в радиотехнике, и особенности этих измерений. Измерения: постоянного и переменного напряжения, пульсирующих и импульсных напряжений, токов высокой частоты, больших сопротивлений, емкостей, индуктивностей, частот и потерь в колебательных контурах. Классификация различных погрешностей, способы их уменьшения и обеспечения высокой надежности измерений.

Основой книги является курс лекций, который читается в Ленинградском ин-те авиационного приборостроения; она может быть полезна также инженерам-производственникам и научным работникам.

Павский А. Ч. Радиодевияция. Пособие для штурманов строевых частей и учебных заведений ВВС Советской Армии. М., Воен. изд-во Мин-ва обороны СССР, 1957, 75 с.

Физическая сущность радиодевияции. Устройство и работа механического компенсатора радиодевияции, установленного на радиокомпасе АРК-5. Порядок и техника выполнения радиодевияционных работ на самолетах и вертолетах.

Полупроводники. 2-е изд. испр. и доп. Вып. 1—18. Л., Изд-во Ленинградского Дома научно-технической пропаганды, 1957.

Серия «Полупроводники», издаваемая Ленинградским Домом научно-технической пропаганды и Ин-том полупроводников АН СССР (гл. ред. акад. А. Ф. Иоффе), состоит из 18 выпусков: вып. 1 и 2 «Электрические свойства полупроводников»; вып. 3 «Термосопротивления»; вып. 4 «Полупроводниковые болометры»; вып. 5 «Нелинейные полупроводниковые сопротивления»; вып. 6 «Фотосопротивления»; вып. 7 «Полупроводниковые диоды и триоды»; вып. 8 «Вентильные фотоэлементы»; вып. 9 «Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии»; вып. 10 «Полупроводниковые выпрямители»; вып. 11 «Техническое применение эффекта Холла»; вып. 12 «Полупроводниковые термоэлектростатические»; вып. 13 «Полупроводниковые термоэлектродвигатели»; вып. 14 «Ферриты»; вып. 15 «Сегнетоэлектрики»; вып. 16 «Пьезоэлектрики»; вып. 17 «Полупроводниковые материалы»; вып. 18 «Возможности и перспективы полупроводников».

Пташный Л. К. Англо-русский словарь по автоматике и контрольно-измерительным приборам. М., Гос. Изд-во технико-теоретической литературы, 1957, 379 с.

Словарь охватывает английскую научно-техническую терминологию, относящуюся к автоматическому управлению и регулированию; следящим системам; телемеханике и телеуправлению; вычислительным машинам; моделирующим устройствам; технической кибернетике; контрольно-измерительным приборам; полупроводникам, применяемым в автоматике, а также математические термины, относящиеся к автоматике.

Ричардс Р. К. Арифметические операции на цифровых вычислительных машинах. Пер. с англ. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1957, 424 с.

Основные вопросы логики, кодирования и программирования арифметических действий на современных цифровых вычислительных машинах.

Для широкого круга лиц, занимающихся вопросами проектирования и эксплуатации цифровых вычислительных машин. Для чтения книги требуется знание математики только в объеме курса средней школы.

Сапиро Д. Н. Технологии изготовления авиационного электрооборудования. М., Оборонгиз, 1957, 376 с.

Общие и теоретические основы технологии машиностроения и электромашиностроения. Типовые технологические процессы производства авиационного электрооборудования, применяемые при изготовлении деталей и сборке узлов и изделий.

Учебник для авиационных техникумов.

Тарасевич Ю. С., Явойш Э. И. Допуски, посадки и технические измерения. М., Машгиз, 1957, 163 с.

Основы учения о точности сопряжений. Методы и средства измерения, применяемые в промышленности. Конструкции и кинематические схемы различных приборов контроля и измерительной техники.

Учебник для технических училищ, может быть также использован работниками машиностроительной промышленности.

Труды Института машиноведения. Семинар по точности в машиностроении и приборостроении. Вып. 11. М., Изд-во АН СССР, 1957, 78 с.

В очередном сборнике семинара опубликованы доклады Г. Г. Баранова «О выборе допусков, обеспечивающих заданную точность механизма и наименьшую стоимость его изготовления», Д. Н. Решетова «Влияние физико-технических факторов на точность обработки в машиностроении» и др.

Туричин А. М., Новицкий П. В. Проволочные преобразователи и их техническое применение. М.—Л., Госэнергоиздат, 1957, 171 с.

Вопросы теории, устройства и практического использования приборов с проволочными преобразователями для измерения механических деформаций, напряжений и других механических величин.

Для ИТР и научных работников.

Этерман И. И. Математические машины непрерывного действия. М., Машгиз, 1957, 236 с.

Основы теории математических устройств непрерывного действия. Методы подготовки уравнений для решения их на математических машинах. Различные классы задач, решение которых может быть осуществлено на этих машинах. Вопросы контроля правильности решения.

Для научных работников, инженеров и студентов, использующих в своей практической деятельности математические машины.

Autosonics. «Metallurgia», 1957, v. 55, № 331, p. 235—38.

Автоматический ультразвуковой контроль. Разбор принципа работы автоматического ультразвукового дефектоскопа фирмы Кельвин и Хьюс с электронной целью и самописцем, предназначенного для определения дефектов в отливках и слоистых плитах. Дефектоскоп приспособлен для работы контактным и неконтактным способом (при котором между пробником и изделием имеется небольшой зазор, заполненный жидкостью) и способом погружения. Описывается конструкция ультразвуковых установок для контроля погружением и неконтактным способом.

Continuous and automatic airgauging. «Metalworking Production», 1957, v. 101, № 22, p. 946—47; «Aircraft Production», 1957, v. 19, № 10, p. 423—24.

Непрерывные и автоматические пневматические измерения. Описание двух измерительных машин английской фирмы Мерсер, одна из которых служит для десятипозиционного измерения с пьезометрическим указателем, другая является электропневматической, светофорного типа. Точность измерения — 0,005 мм. Производительность 40 деталей в минуту.

Instrumentation exhibition. «Machinery» (L.), 1957, v. 91, № 2353, p. 1461—62.

Выставка измерительных приборов. Сообщение о машиностроительной выставке в Лондоне, где экспонировались 63 новейших контрольно-измерительных прибора различных фирм. Краткий перечень некоторых экспонатов.

Loxham J. Control of quality in automation. «Metalworking Production», 1957, v. 101, № 30, p. 1275—84; № 31, p. 1319—25; «Machinery» (L.), 1957, v. 91, № 2334, p. 317—26.

Методы контроля качества при автоматическом производстве. Подробное описание конструкции и работы электронной контрольно-измерительной аппаратуры фирмы Сигма. Аппаратура автоматически непрерывно фиксирует на перфорированных картах результаты контроля одного или нескольких размеров и указывает на малейшие ошибки. Особенности измерительной аппаратуры, применяемой при процессах: а) которые считаются стабильными с точки зрения изменения размеров, т. е. при обработке на токарных и фрезерных автоматах, при штамповке, литье под давлением и т. п., и б) которые считаются нестабильными с точки зрения измерения размеров, т. е. при шлифовании. Приведен пример автоматического контроля с обратной связью на бесцентрово-шлифовальном станке, оснащенном пневматическими контрольно-измерительными устройствами.

Machining aircraft fuel flowmeter spirals. «Machinery» (L.), 1957, v. 91, № 2342, p. 799—800.

Механическая обработка спиралей авиационных расходомеров топлива. Описание процесса фасонного фрезерования алюминиевых отливок или поковок из материала RR57, на копировально-фрезерном станке фирмы Центек 3Р, специально переоборудованном из фрезерного станка 3R. Точность обработки на станке $\pm 0,025$ мм.

Mansford R. E. Measuring the thickness of sprayed metal coatings «Electroplating and metal finishing», 1957, v. 10, p. 208—12, 220.

Измерение толщины металлических покрытий, нанесенных путем распыления. Описание трех приборов для определения толщины покрытий магнитным методом. С помощью первого

прибора толщина измеряется по изменению силы отрыва магнита от основного металла, с помощью второго — по отклонению кусочка железа от нейтральной оси постоянного магнита, с помощью третьего — по изменению напряжения в индукционной катушке. Настройка приборов. Точность показаний и целесообразность применения приборов в различных случаях.

Oliver R. B., McClung R. W. and White J. K. Immersed ultrasonic inspection of pipe and tubing. «Journal of the Society for Nondestructive testing», 1957, v. 15, № 3, p. 140—44.

Ультразвуковая контрольная установка для определения мест утечки в трубопроводе диаметром до 203,2 мм и трубных диаметром до 4,7 мм. Преимущества контролирования способом погружений излучателя в жидкость перед контактным способом. Описание модели 424 иммерскопа (США), применяемого для проверки труб атомных реакторов. Схема работы прибора; устройство излучателя; режимы работы.

Preston T. E. W. Seeing that one micro-inch surface finish. «Metalworking Production», 1957, v. 101, № 29, p. 1237—41.

Новый интерференционный микроскоп для контроля чистоты поверхности. Описание прибора. Характерные особенности — жесткость и простота конструкции. Метод измерения. Точность прибора. Фотографии различных исследуемых поверхностей.

Smith D. B. and oth. Use of radioactive tracers in the investigation of wear of drop-forging dies. «Metal Treatment», 1957, v. 24, № 139, p. 131—36.

Применение радиоактивных изотопов для исследования износа штампов.



В последних номерах основных машиностроительных журналов

«ВЕСТНИК МАШИНОСТРОЕНИЯ», 1958, № 3

Китайгородский Ю. И., Коган М. Г., Белосов Н. А. Использование ламповых генераторов т. в. ч для возбуждения мощных ультразвуковых колебаний, с. 33—34.

Описание, схема и указания по эксплуатации ультразвуковой приставки УЗП-10, разработанной Научно-исследовательским технологическим институтом, которая позволяет использовать имеющиеся на многих предприятиях ламповые генераторы т. в. ч для возбуждения мощных ультразвуковых колебаний, энергия которых эффективно применяется при обработке твердых и хрупких материалов, травлении, обезжиривании и др. технологических операциях.

Квачева А. И., Дручак Н. Д. Новый метод определения микрогеометрии поверхности, с. 54—55.

Новый метод анализа микрогеометрии поверхности, основанный на прямой проекции электронов, дает возможность видеть и измерять действительный профиль поверхности. Схема вакуумного прибора, разработанного для данного метода анализа; примеры полученных снимков с образцов, обработанных различными способами.

Зорев Н. Н. Развитие технологии обработки металлов резанием в ГДР, с. 77—81.

Краткое описание типичных экспонатов раздела «Технология обработки металлов резанием» на Лейпцигской технологической выставке ГДР 1957 г.

«СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТ», 1958, № 2

Бернавский В. (Польша). Процесс самозавивания стружки и новая конструкция резца, с. 1—5.

Значение формы стружки. Устройства для стружкозавивания и стружколомания. Самозавивание стружек. Форма ин-

струмента, облегчающая самозавивание. Результаты испытаний нового резца с треугольной фаской.

Рассохин В. Я. и Пура М. А. Состояние развития минералокерамики при обработке металлов резанием, с. 12—14.

Физико-механические свойства минералокерамики в сравнении с твердыми сплавами. Области применения минералокерамики и ее преимущества. Три вида резцов, оснащенных минералокерамикой (в зависимости от метода крепления пластинки). Примеры конструкций режущего инструмента, оснащенного минералокерамическими пластинками, применяемого в СССР и за рубежом. Способы крепления керамических пластинок. Режимы резания при работе минералокерамическими резцами. Советские и зарубежные работы по совершенствованию минералокерамики.

Киселев В. М. Применение программного управления для контроля деталей с криволинейными поверхностями, с. 18—21.

Недостатки существующих методов контроля деталей с криволинейными поверхностями в производственных условиях. Разработка контрольного устройства, работающего по принципу металлообрабатывающих станков с программным управлением. Выбор метода кодирования. Принципиальная схема управления подачей с помощью магнитной ленты. Описание и принцип действия опытного контрольного устройства. Время контроля одного сечения (в частности — турбинной лопатки) занимает около 3 мин.; описанная система может быть применена для контроля деталей с допуском порядка 0,1 мм.

Десницкий М. В. Применение пластмассы в точном приборостроении, с. 33—34.

Опыт Ленинградского инструментального завода по изготовлению деталей точных приборов из термореактивных пластмасс (фенопластов). Отработка конструкции детали. Проектирование прессформ. Примеры конструкций применяемых прессформ.

«СТАНКИ И ИНСТРУМЕНТ», 1958, № 3

Проскуряков Ю. Г. и Куликовских В. А. Применение распыленных смазочно-охлаждающих жидкостей при токарной обработке, с. 10—13.

Специальные исследования процесса резания в условиях применения охлаждения распыленными смазочно-охлаждающими жидкостями, проведенные в лаборатории резания Челябинского политехнического института. Описание и техническая характеристика сконструированного для этой цели распылителя ЧПИ-3, показавшего на опыте длительной эксплуатации в производственных условиях хорошие результаты. Практика ряда заводов и результаты данного исследования позволяют сделать вывод о высокой эффективности использования распыленного охлаждения на различных операциях холодной обработки металлов. Оптимальным режимом охлаждения распыленной жидкостью является давление воздуха 4—5 атм и расход жидкости 100—200 г/час.

Арутюнян М. С. Копировально-фрезерный полуавтомат мод. 71553А, с. 13—17.

Описание нового полуавтомата мод. 71553А, предназначенного для обработки плоских деталей со сложным криволинейным контуром, работа которого основана на принципе электрической следящей системы. Техническая характеристика. Принципиальная электрическая схема следящего привода. Схема копировального измерительного прибора с индуктивным датчиком, примененного в станке для непрерывного управления процессом копирования. Примеры обрабатываемых деталей. Обработка детали по замкнутому криволинейному контуру происходит за одну операцию, без каких-либо ручных переключений в процессе обработки, что позволяет одному оператору обслуживать несколько полуавтоматов. Точность станка 0,1 мм при скорости подачи 300 мм/мин; чистота обработанной поверхности достигает 6-го класса.

Виноградов Ю. П. и Колосов И. Н. Настольный сверлильный станок с пневматическим приводом, с. 20.

Краткое описание и техническая характеристика станка, предназначенного для обработки под различными углами отверстий диаметром 0,1—0,8 мм в малогабаритных деталях. Станок может найти широкое применение в точном приборостроении.

Высоцкий А. В. и Чаман В. С. Прибор для активного контроля на круглошлифовальных станках, с. 28—29.

Индуктивный прибор БВ-962, разработанный и испытанный в Бюро взаимозаменяемости Комитета стандартов при СМ СССР. Схемы измерительной скобы и отсчетного устройства; принципиальная схема прибора. Результаты испытаний прибора.

Куренков Б. А. Новые конструкции режущих инструментов (по материалам Всесоюзного конкурса конструкторов-инструментальщиков), с. 30—33.

Краткий обзор конструкций режущих инструментов, представленных на конкурсе.

«ПРИБОРОСТРОЕНИЕ», 1958, № 1

Кононов Б. Н. и др. Опыт разработки регистра на полупроводниковых триодах, с. 10—11.

Некоторые возможности использования полупроводниковых триодов в цифровых вычислительных машинах, показанные на примере разработки одного из типовых узлов машины — сдвигающего регистра. Описание, схемы, принцип действия и результаты испытаний сдвигающего регистра.

Бобрик П. И. Оценка технологических процессов по степени их автоматизации. (В порядке обсуждения), с. 17—20.

Актуальность проблемы установления объективных критериев и методов оценки степени автоматизации технологических процессов. Определение понятия «автоматизация» и его отличие от понятия «механизация». Классификация технологических процессов по степени их автоматизации. Влияние количества одновременно обрабатываемых деталей на степень автоматизации технологической операции.

Чумаков В. П. Определение силы натяжения проволоки при ее наматывании, с. 21—24.

Методика подсчета необходимой силы натяжения проволоки при ее наматывании. Три основных случая расчета силы

натяжения: 1) суммарные деформации или напряжения, происходящие от изгиба и растяжения проволоки, не выходят за пределы упругой области; 2) в наматываемой проволоке возникают пластические деформации, достигающие сравнительно больших величин; 3) наматывание твердой проволоки высокой прочности с малым относительным удлинением при разрыве. Рассмотрены методы подсчета силы натяжения проволоки апробированы в практических условиях.

Дмитриев В. И. К вопросу об автоматическом контроле сложных изделий, с. 24—28.

Основные вопросы автоматизации заключительных испытаний и контроля сложных электроизделий, рассматриваемые на примере контроля электронно-лучевых трубок.

«ПРИБОРОСТРОЕНИЕ», 1958, № 2

Мелик-Шахназаров А. М. К вопросу о расчете и конструировании индукционных преобразователей, с. 13—15.

Примеры применения и преимущества индукционных преобразователей. Схемы включения индукционного преобразователя ИП: 1) в качестве автокомпенсатора, 2) в качестве элемента счетно-решающего устройства, 3) в качестве электромеханического компенсатора для измерения неэлектрических величин. Указания по рациональному конструированию и расчету индукционных преобразователей.

Комашинский Б. А. Расчет и изготовление изогнутых пластинок для динамометрии, с. 16—19.

Выбор оптимальных соотношений размеров изогнутых пластинок, которые в ряде случаев являются наилучшей формой упругих элементов для измерения статических и динамических нагрузок. Схема работы изогнутой пластинки кругового профиля. Расчетные формулы для пластинок, изогнутых по дуге круга (или параболы) и синусоиде при различной заделке концов (таблица). Рекомендации по технологии изготовления и сборки пластинок. Примеры конкретных расчетов чувствительных элементов.

Ляхович Е. Ф. Получение твердых никелевых покрытий из щавелевокислых электролитов, с. 19—21.

Опыты, проведенные в лаборатории НИИСЧЕТМАША, по получению твердых гальванических покрытий деталей счетных машин в тех случаях, когда невозможно применение хромирования. Ряд практических указаний для получения никелевых покрытий высокой твердости и хорошего внешнего вида в электролите из сернокислого никеля и щавелевокислого аммония и по последующей термообработке их в муфельных печах. Состав электролита и режим работы с ним.

Злобин Г. И. Электросварка контактов реле, с. 21—22.

Электросварка контактов реле на точечных машинах является наиболее производительным и экономичным методом по сравнению с клепкой и пайкой. Описание технологии сварки контактов. Конструкция сварочной машины переменного тока типа МТПК-25 завода «Электрикс», предназначенной для приварки серебряных и металлокерамических контактов и других аналогичных деталей. Схема сварочной головки машины МТПК-25. Режимы сварки контактов на этой машине.

Альтшулер Я. А. Градуировка высокотемпературных оптических пирометров, с. 23—25.

Методика градуировки высокотемпературных шкал оптических пирометров с диапазоном измерения 1500—6000°С, предложенная КБ «Термоприбор» и внедренная на Львовском приборостроительном заводе.

«ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО», 1958, № 3

Егоров Е. И. Применение радиоактивных изотопов в литейном производстве (обзор литературы), с. 28—31.

Краткий обзор советской и иностранной литературы по вопросам применения в литейном производстве радиоактивных изотопов в качестве источников гамма-излучения и меченых атомов. Таблица наиболее применяемых радиоактивных изотопов. Преимущества гамма-дефектоскопии при контроле литья. Аппараты для гамма-дефектоскопии, выпускаемые советской промышленностью. Авторadiографические исследования структуры литейных сплавов. Изучение процесса графитизации чугуна с помощью радиоактивных изотопов.



Page Denied